

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AB

(11)Publication number : 11-346189
(43)Date of publication of application : 14.12.1999

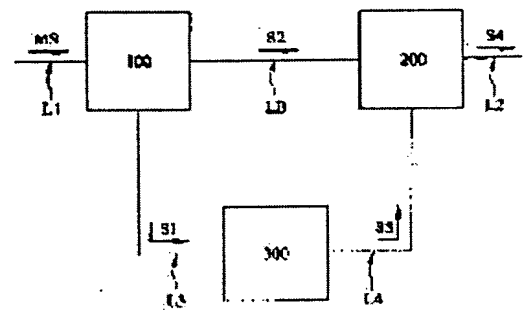
(51)Int.Cl. H04B 10/02
H04J 14/00
H04J 14/02
H04Q 3/52

(21)Application number : 10-151798 (71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD
(22)Date of filing : 01.06.1998 (72)Inventor : OKAYAMA HIDEAKI

(54) OPTICAL NODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent noise increase by respectively outputting a 1st signal of a wavelength component, which requires switching of a transmission path to a 1st add/drop path, outputting a 2nd signal that does not need switching to a bypass path, making a 3rd signal inputted from a 2nd add/drop path and the 2nd signal join and outputting them as a 4th signal.
SOLUTION: A 1st wavelength selecting element part 100 is connected to a 2nd wavelength selecting element part 200 via a bypass path LB, and the part 100 is also connected to a signal switching device 300 via a 1st add/drop path L3. Also, the device 300 is connected to the part 200 via a 2nd add/drop path L4. The part 100 outputs a 1st signal S1 of a wavelength component which requires the switching of a transmission path in a multiple wavelength signal MS inputted from a 1st transmission path L1 to the path L3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-346189

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

U

H 0 4 J 14/00

H 0 4 Q 3/52

C

14/02

H 0 4 B 9/00

E

H 0 4 Q 3/52

審査請求 未請求 請求項の数27 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願平10-151798

(22) 出願日 平成10年(1998)6月1日

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 岡山 秀彰

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

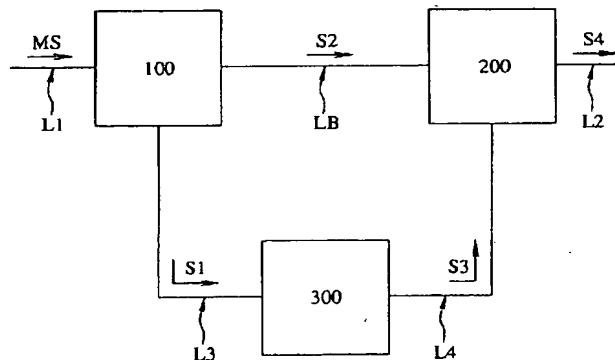
(74) 代理人 弁理士 大垣 孝

(54) 【発明の名称】 光ノード

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 伝送経路のスイッチングが不要の波長成分の信号は、バイパス経路を介して伝送経路に出力させる。

【解決手段】 伝送経路 L 1 から入力された波長多重信号 MS 中の、伝送経路のスイッチングを行う必要がある信号 S 1 を Add/Drop 経路 L 3 へ出力させ、スイッチングが不要の信号 S 2 をバイパス経路 LB へ出力させる波長選択素子部 100 と、Add/Drop 経路 L 3 から入力された信号 S 1 に対してそれぞれ経路のスイッチングを行い、信号 S 3 として Add/Drop 経路 L 4 へそれぞれ出力させる信号切り換え装置 300 と、Add/Drop 経路 L 4 から入力された信号 S 3 と、バイパス経路 LB から入力された信号 S 2 とを合流させて、信号 S 4 として伝送経路 L 2 へそれぞれ出力させる波長選択素子部 200 とを具える。



100: 第1波長選択素子部 200: 第2波長選択素子部
 300: 信号切り換え装置 MS: 多重波長信号
 S1: 第1信号 S2: 第2信号
 S3: 第3信号 S4: 第4信号
 L1: 第1伝送経路 L2: 第2伝送経路
 L3: 第1Add/Drop経路 L4: 第2Add/Drop経路
 LB: バイパス経路

この発明の光ノードの概念図

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 伝送経路から入力される波長多重信号の中の、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の第 1 信号を第 1 アド／ドロップ (Add/Drop) 経路へそれぞれ出力させると共に、他方伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の第 2 信号をバイパス経路へそれぞれ出力させる第 1 波長選択素子部と、

前記第 1 アド／ドロップ (Add/Drop) 経路から入力される前記第 1 信号に対してそれぞれ経路のスイッチングを行うと共に、該スイッチングが行われた前記第 1 信号を第 3 信号として第 2 アド／ドロップ (Add/Drop) 経路へそれぞれ出力させる信号切り換え装置と、

前記第 2 アド／ドロップ (Add/Drop) 経路から入力される前記第 3 信号と、前記バイパス経路から入力される前記第 2 信号とを合流させて、第 4 信号として第 2 伝送経路へそれぞれ出力させる第 2 波長選択素子部とを具えることを特徴とする光ノード。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 波長選択素子部を第 1 多成分型可変波長選択素子部とし、及び前記第 2 波長選択素子部を第 2 多成分型可変波長選択素子部としたことを特徴とする光ノード。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 波長選択素子部を第 1 アド／ドロップ (Add/Drop) 型可変波長選択素子部とし、及び前記第 2 波長選択素子部を第 2 アド／ドロップ (Add/Drop) 型可変波長選択素子部としたことを特徴とする光ノード。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の光ノードにおいて、前記信号切り換え装置が、光分岐器と、第 1 周波数スイッチと、空間スイッチと、第 2 周波数スイッチと、光結合器とを具えたことを特徴とする光ノード。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の光ノードにおいて、前記信号切り換え装置が、第 1 アド／ドロップ (Add/Drop) 型可変波長選択素子部と、第 1 周波数スイッチと、空間スイッチと、第 2 周波数スイッチと、第 2 アド／ドロップ (Add/Drop) 型可変波長選択素子部とを具えたことを特徴とする光ノード。

【請求項 6】 請求項 3 に記載の光ノードにおいて、前記信号切り換え装置が、第 1 周波数スイッチと、空間スイッチと、第 2 周波数スイッチとを具えることを特徴とする光ノード。

【請求項 7】 請求項 4 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ

素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子及び固定波長変換素子を具え、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を具え、及び前記空間スイッチを光マトリックススイッチとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 8】 請求項 4 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を具え、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を具え、及び前記空間スイッチを固定波長ルータとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 9】 請求項 4 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチを構成する各第 1 周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び固定波長変換素子を具え、

前記第 2 周波数スイッチを構成する各第 2 周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を具え、及び前記空間スイッチを光スターカブラとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 10】 請求項 5 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、固定波長変換素子を具え、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を具え、及び前記空間スイッチを光マトリックススイッチとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 11】 請求項 5 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を具え、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を具え、及び前記空間スイッチを固定波長ルータとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 12】 請求項 5 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、固定波長変換素子を具え、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を具え、及び前記空間スイッチを光スターカブラとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 13】 請求項 6 に記載の光ノードにおいて、

前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、固定波長変換素子を含み、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを光マトリックススイッチとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 1 4】 請求項 6 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを固定波長ルータとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 1 5】 請求項 6 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、固定波長変換素子を含み、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを光スターカプラとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 1 6】 請求項 4 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子を含み、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを光マトリックススイッチとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 1 7】 請求項 4 に記載の光ノードにおいて、前記第 1 周波数スイッチは、複数の第 1 周波数スイッチ素子を有しており、第 1 周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子を含み、

前記第 2 周波数スイッチは、複数の第 2 周波数スイッチ素子を有しており、第 2 周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを固定波長ルータとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 1 8】 請求項 2 に記載の光ノードにおいて、前記信号切り換え装置が、光分岐器と、周波数スイッチと、空間スイッチと、光結合器とを含めたことを特徴とする光ノード。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 に記載の光ノードにおいて、前記周波数スイッチは、複数の周波数スイッチ素子を有しており、周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、

及び、前記空間スイッチを光マトリックススイッチとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 2 0】 請求項 1 8 に記載の光ノードにおいて、

前記周波数スイッチは、複数の周波数スイッチ素子を有しており、周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、

及び、前記空間スイッチを固定波長ルータとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 2 1】 請求項 1 8 に記載の光ノードにおいて、

前記周波数スイッチは、複数の周波数スイッチ素子を有しており、周波数スイッチ素子の各々は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、

及び、前記空間スイッチを光スターカプラとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 2 2】 請求項 3 に記載の光ノードにおいて、前記信号切り換え装置が、周波数スイッチと、空間スイッチとを含めることを特徴とする光ノード。

【請求項 2 3】 請求項 2 2 に記載の光ノードにおいて、

前記周波数スイッチは、複数の周波数スイッチ素子を有しており、周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを光マトリックススイッチとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 2 4】 請求項 2 2 に記載の光ノードにおいて、

前記周波数スイッチは、複数の周波数スイッチ素子を有しており、周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを固定波長ルータとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 2 5】 請求項 2 に記載の光ノードにおいて、前記信号切り換え装置が、第 1 アド／ドロップ (Add/Drop) 型可変波長選択素子部と、周波数スイッチと、

空間スイッチと、第 2 アド／ドロップ (Add/Drop) 型可変波長選択素子部とを含めたことを特徴とする光ノード。

【請求項 2 6】 請求項 2 5 に記載の光ノードにおいて、

前記周波数スイッチは、複数の周波数スイッチ素子を有しており、周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを光マトリックススイッチとしたことを特徴とする光ノード。

【請求項 2 7】 請求項 2 5 に記載の光ノードにおいて、

前記周波数スイッチは、複数の周波数スイッチ素子を有しており、周波数スイッチ素子の各々は、可変波長変換素子を含み、及び前記空間スイッチを固定波長ルータとしたことを特徴とする光ノード。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】この発明は、バイパス経路を設けた光ノードに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】従来、光ノードは、入力された全ての波長成分の信号に対して、信号切り換え装置を通過させ、スイッチングを行って所望の伝送経路にそれぞれ出力させてきた（例えば文献：Optical Fiber Communication Conference '98 Technical Digest P.P. 359 ～P.P. 361）。

【 0 0 0 3 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の光ノードの構成では、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号とあわせて、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号も、信号切り換え装置を通過する。信号が信号切り換え装置を通過した結果、信号のパワーは減衰する。信号のパワーが減衰すると、信号を増幅する段階でノイズが大きくなり、信号の質は劣化する。したがって、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のみに対して、信号切り換え装置をそれぞれ通過させて、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号に対しては、信号切り換え装置を通過させずにそのままそれぞれ出力させることが望まれていた。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、この発明の光ノードは、第1波長選択素子部、信号切り換え装置及び第2波長選択素子部を具える。更に、第1波長選択素子部は、第1伝送経路から入力された波長多重信号の中の、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の第1信号を第1アド／ドロップ（Add/Drop）経路へそれぞれ出力させると共に、他方伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の第2信号をバイパス経路へそれぞれ出力させる（以下、第1アド／ドロップ（Add/Drop）経路を第1Add/Drop経路と称する）。また、信号切り換え装置は、第1Add/Drop経路から入力される第1信号に対してそれぞれスイッチングを行うと共に、該スイッチングされた第1信号を第3信号として第2アド／ドロップ（Add/Drop）経路へそれぞれ出力させる（以下、第2アド／ドロップ（Add/Drop）経路を第2Add/Drop経路と称する）。また、第2波長選択素子部は、第2Add/Drop経路から入力される第3信号と、バイパス経路から入力される第2信号とを合流させて、第4信号として第2伝送経路へそれぞれ出力させる。

【 0 0 0 5 】このような構成によれば、第2信号の各々は、信号切り換え装置を通過せずにそのまま第2伝送経路へそれぞれ出力される。したがって、第2信号のパワ

ーはその分減衰しないから、第2信号の質は劣化しないで済む。

【 0 0 0 6 】更に、好ましくは、第1波長選択素子部として、第1多成分型波長選択素子部を使用し、及び第2波長選択素子部として、第2多成分型波長選択素子部を使用するのが良い。

【 0 0 0 7 】このような構成によれば、第1伝送経路、バイパス経路及び第2伝送経路の間の第1波長選択素子の数を少なくすることができるから、第1伝送経路～バイパス経路～第2伝送経路の間を通過したことによる信号のパワーの損失を小さくすることができる。

【 0 0 0 8 】或いは、好ましくは、第1波長選択素子部として、第1アド／ドロップ（Add/Drop）型波長選択素子部を使用し、及び第2波長選択素子部として、第2アド／ドロップ（Add/Drop）型波長選択素子部を使用するのが良い（以下、第1アド／ドロップ（Add/Drop）型波長選択素子部を第1Add/Drop型波長選択素子部と称し、及び第2アド／ドロップ（Add/Drop）型波長選択素子部を第2Add/Drop型波長選択素子部と称する）。

【 0 0 0 9 】このような構成によれば、第1Add/Drop型波長選択素子部を構成する第1Add/Drop型波長選択素子の各々から出力される信号は1つであるから、信号切り換え装置に波長選択素子を設ける必要がない。よって、安価な信号切り換え装置を得ることができる。

【 0 0 1 0 】更に、好ましくは、信号切り換え装置は、光分岐器、第1周波数スイッチ、空間スイッチ、第2周波数スイッチ及び光結合器を具えるのが良い。

【 0 0 1 1 】このような構成によれば、光分岐器及び光結合器は、波長選択素子部と比較して安価であるから、その分、安価な信号切り換え装置を得ることができる。

【 0 0 1 2 】或いは、好ましくは、信号切り換え装置は、第1周波数スイッチ、空間スイッチ及び第2周波数スイッチを具えるのが良い。

【 0 0 1 3 】このような構成によれば、光分岐器及び光結合器が具えられていないので、光分岐器及び光結合器を通過したことによる信号のパワーの損失（分配損失）をなくすことができる。更に、多成分型可変波長選択素子も具えていないので、安価でコンパクトな信号切り換え装置を得ることができる。

【 0 0 1 4 】或いは、好ましくは、信号切り換え装置は、第1Add/Drop型可変波長選択素子部、第1周波数スイッチ、空間スイッチ、第2周波数スイッチ及び第2Add/Drop型可変波長選択素子部を具えるのが良い。

【 0 0 1 5 】このような構成によれば、光分岐器及び光結合器が具えられていないので、光分岐器及び光結合器を通過したことによる信号のパワーの損失（分配損失）をなくすことができる。

【0016】更に、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び固定波長変換素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光マトリックススイッチとするのが良い。

【0017】このような構成によれば、第1周波数スイッチ、光マトリックススイッチ及び第2周波数スイッチの間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチの中を通る各信号の波長は全て同一に設定されても問題はない。したがって、第1周波数スイッチの各々に対して、同一の固定波長型の固定波長変換素子を使用することによって、固定波長変換素子を統一することができるから、容易に第1周波数スイッチを構成することができる。

【0018】或いは、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを固定波長ルータとするのが良い。

【0019】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。

【0020】或いは、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び固定波長変換素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光スターカプラとするのが良い。

【0021】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、光スターカプラは、固定波長ルータと比較して安価であるから、その分、安価な空間スイッチを得ることができる。

【0022】或いは、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、固定波長変換素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光マトリックススイッチとするのが良い。

【0023】このような構成によれば、第1周波数スイッチ、光マトリックススイッチ及び第2周波数スイッチの間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチの中を通る各信号の波長は全て同一に設定されても問題はない。したがって、第1周波数スイッチの各々に対して、同一の固定波長型の固定波長変換素子を使用することによって、固定波長変換素子を統一することができるから、容易に第1周波数スイッチを構成することができる。更に、第1周波数スイッチ素子及び第2周波数スイッチ素子はいずれも波長選択素子を含み、その分、安価な第1周波数スイッチ及び

第2周波数スイッチを得ることができる。

【0024】或いは、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを固定波長ルータとするのが良い。

【0025】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、第1周波数スイッチ素子及び第2周波数スイッチ素子はいずれも波長選択素子を含み、その分、安価な第1周波数スイッチ及び第2周波数スイッチを得ることができる。

【0026】或いは、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、固定波長変換素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光スターカプラとするのが良い。

【0027】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、光スターカプラは、固定波長ルータと比較して安価であるから、その分、安価な空間スイッチを得ることができる。更に、第1周波数スイッチ素子は波長選択素子を含み、その分、安価な第1周波数スイッチを得ることができる。

【0028】或いは、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光マトリックススイッチとするのが良い。

【0029】このような構成によれば、第1周波数スイッチ、光マトリックススイッチ及び第2周波数スイッチの間で、信号が合流することはない。したがって、第1周波数スイッチ素子の各々は波長変換素子を含み、その分、安価な第1周波数スイッチを得ることができる。

【0030】或いは、好ましくは、第1周波数スイッチを構成する各第1周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子を含み、第2周波数スイッチを構成する各第2周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを固定波長ルータとするのが良い。

【0031】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。

【0032】或いは、好ましくは、信号切り換え装置は、光分岐器、周波数スイッチ、空間スイッチ及び光結合器を含み、その分、安価な第1周波数スイッチ及び第2周波数スイッチを得ることができる。

【0033】このような構成によれば、光分岐器及び光結合器は、波長選択素子部と比較して安価であり、更に、信号切り換え装置は、周波数スイッチを1つしか具

えていないから、その分、安価でコンパクトな信号切り換え装置を得ることができる。

【0034】或いは、好ましくは、周波数スイッチを構成する各周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光マトリックススイッチとするのが良い。

【0035】このような構成によれば、周波数スイッチと光マトリックススイッチとの間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチの中を通る各信号を所望の波長に切り換え設定することができる。したがって、光マトリックススイッチの中を通る各信号の波長を選択する自由度が大きくなる。

【0036】或いは、好ましくは、周波数スイッチを構成する各周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを固定波長ルータとするのが良い。

【0037】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。

【0038】或いは、好ましくは、周波数スイッチを構成する各周波数スイッチ素子は、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光スターカプラとするのが良い。

【0039】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、光スターカプラは、固定波長ルータと比較して安価であるから、その分、安価な空間スイッチを得ることができる。

【0040】或いは、好ましくは、信号切り換え装置は、周波数スイッチと空間スイッチとを含めるのが良い。

【0041】このような構成によれば、信号切り換え装置は、周波数スイッチと空間スイッチとしか含まずにして、信号の経路のスイッチングをすることができる。よって、その分、安価でコンパクトな信号切り換え装置を得ることができる。

【0042】或いは、好ましくは、周波数スイッチを構成する各周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを光マトリックススイッチとするのが良い。

【0043】このような構成によれば、周波数スイッチと光マトリックススイッチとの間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチの中を通る各信号を所望の波長に切り換え設定することができる。したがって、光マトリックススイッチの中を通る各信号の波長を選択する自由度が大きくなる。

【0044】或いは、好ましくは、周波数スイッチを構成する各周波数スイッチ素子は、可変波長変換素子を含み、及び空間スイッチを固定波長ルータとするのが良い。

【0045】このような構成によれば、入力された信号

を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、周波数スイッチ素子の各々は波長選択素子を含める必要がないから、その分、安価な周波数スイッチを得ることができる。

【0046】或いは、好ましくは、信号切り換え装置は、第1 Add/Drop型可変波長選択素子部、周波数スイッチ、空間スイッチ及び第2 Add/Drop型可変波長選択素子部を含めるのが良い。

【0047】このような構成によれば、光分岐器及び光結合器が含まれていないので、光分岐器及び光結合器を通過したことによる信号のパワーの損失（分配損失）をなくすことができる。更に、周波数スイッチが1つしか含まれていないので、安価でコンパクトな信号切り換え装置を得ることができる。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、図を参照して、この発明の光ノードの実施の形態につき説明する。なお、各図は、この発明が理解できる程度に概略的に示してあるにすぎず、従って、各構成成分の個数、配置関係、寸法及び形状は図示例に限定されるものではない。

【0049】まず、この発明の実施の形態に先立ち、図1を参照して、この発明の基本的な構成につき概略的に説明する。

【0050】この発明の光ノードは、第1波長選択素子部100、第2波長選択素子部200及び信号切り換え装置300を含める。

【0051】次に、この光ノードの各装置の接続状態につき説明する。第1波長選択素子部100は、バイパス経路LBを介して、第2波長選択素子部200と接続しており、かつ第1波長選択素子部100は、第1 Add/Drop経路L3を介して、信号切り換え装置300と接続してある。また、信号切り換え装置300は、第2 Add/Drop経路L4を介して、第2波長選択素子部200と接続してある。

【0052】次に、この光ノードの動作につき説明する。第1波長選択素子部100は、第1伝送経路L1から入力された多重波長信号MSの中の、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の第1信号S1を第1 Add/Drop経路L3へそれぞれ出力させると共に、他方伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の第2信号S2をバイパス経路LBへそれぞれ出力させる。また、信号切り換え装置300は、第1 Add/Drop経路L3から入力された第1信号S1に対してそれぞれ経路のスイッチングを行うと共に、スイッチングされた第1信号S1を第3信号S3として第2 Add/Drop経路L4へそれぞれ出力させる。また、第2波長選択素子部200は、第2 Add/Drop経路L4から入力された第3信号S3と、バイパス経路LBから入力された第2信号S2とを合流させて、第4信号S4として第2伝送経路L2へそれぞれ出力させる。

【0053】このような構成によれば、第2信号S2の各々は、信号切り換え装置300を通過せずにそのまま第2伝送経路L2へそれぞれ出力される。したがって、第2信号S2のパワーはその分減衰しないから、第2信号S2の質は劣化しないで済む。次に、前述の光ノードの構成を有する光ノードの実施の形態につき説明する。

【0054】「第1の実施の形態」図2は、この発明の第1の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。この説明では、第1の実施の形態の光ノードを第1光ノードと称する。

【0055】図2において、第1光ノードは、第1波長選択素子部100として第1多成分型可変波長選択素子部10、第2波長選択素子部200として第2多成分型可変波長選択素子部12及び信号切り換え装置300として信号切り換え装置11を具える。

【0056】更に、この信号切り換え装置11は、光分岐器13、第1周波数スイッチ14、光マトリックススイッチ15、第2周波数スイッチ16及び光結合器17を具える。

【0057】次に、各素子の個数を設定する。ただし、各素子が、入出力ポート数を余すことなく1対1の関係で接続していれば、各素子の個数を任意に設定してよい。この図2に示す構成例の場合、第1多成分型可変波長選択素子部10は、4個の第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dを具える。光分岐器13は、4個の光分岐素子13A、13B、13C及び13Dを具える。第1周波数スイッチ14は、4×4個の第1周波数スイッチ素子14Aa～14Ad、14Ba～14Bd、14Ca～14Cd及び14Da～14Ddを具える（例えば、14Aa～14Adは、14Aa、14Ab、14Ac及び14Adを意味する）。光マトリックススイッチ15は、4個の光マトリックススイッチ素子15a、15b、15c及び15dを具える。第2周波数スイッチ16は、4×4個の第2周波数スイッチ素子16Aa～16Ad、16Ba～16Bd、16Ca～16Cd及び16Da～16Ddを具える。光結合器17は、4個の光結合素子17A、17B、17C及び17Dを具える。第2多成分型可変波長選択素子部12は、4個の第2多成分型可変波長選択素子12A、12B、12C及び12Dを具える。

【0058】更に、各第1周波数スイッチ素子14Aa～14Ad、14Ba～14Bd、14Ca～14Cd及び14Da～14Ddは、一成分型可変波長選択素子及び固定波長変換素子を具える。各第2周波数スイッチ素子16Aa～16Ad、16Ba～16Bd、16Ca～16Cd及び16Da～16Ddは、可変波長変換素子を具える。

【0059】次に、各素子の入力ポート数及び出力ポート数につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dは、1個の入力ポ

トと2個の出力ポートを具える。各光分岐素子13A、13B、13C及び13Dは、1個の入力ポートと4個の出力ポートを具える。各第1周波数スイッチ素子14Aa～14Ad、14Ba～14Bd、14Ca～14Cd及び14Da～14Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各光マトリックススイッチ素子15a、15b、15c及び15dは4個の入力ポート及び4個の出力ポートを具える。各第2周波数スイッチ素子16Aa～16Ad、16Ba～16Bd、16Ca～16Cd及び16Da～16Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各光結合素子17A、17B、17C及び17Dは、4個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各第2多成分型可変波長選択素子12A、12B、12C及び12Dは、2個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。

【0060】次に、各素子の接続状態につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dの各出力ポートは、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子13A、13B、13C及び13Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各光分岐素子13A、13B、13C及び13Dの各出力ポートは、各第1周波数スイッチ素子14Aa～14Ad、14Ba～14Bd、14Ca～14Cd及び14Da～14Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第1周波数スイッチ素子14Aa～14Da、14Ab～14Db、14Ac～14Dc及び14Ad～14Ddの各出力ポートは、各光マトリックススイッチ素子15a、15b、15c及び15dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある（例えば、14Aa～14Daは、14Aa、14Ba、14Ca及び14Daを意味する）。各光マトリックススイッチ素子15a、15b、15c及び15dの各出力ポートは、各第2周波数スイッチ素子16Aa～16Da、16Ab～16Db、16Ac～16Dc及び16Ad～16Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第2周波数スイッチ素子16Aa～16Ad、16Ba～16Bd、16Ca～16Cd及び16Da～16Ddの各出力ポートは、各光結合素子17A、17B、17C及び17Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各光結合素子17A、17B、17C及び17Dの各出力ポートは、個別の第2Add/Drop経路L4をそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子12A、12B、12C及び12Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。また、各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dの各出力ポートは、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子12A、12B、12C及び12Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続して

ある。

【0061】次に、第1光ノードの動作につき説明する。(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号が、各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dにされる例を説明する(M、Lは自然数である)。

【0062】なお、各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dにそれぞれされる多重波長信号の波長成分は、互いに異なっているもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dにそれぞれされる多重波長信号の波長数は、互いに異なっているもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dに同時に多重波長信号がそれぞれされなくてもよい。例えば、ある瞬間に、多重波長信号が第1多成分型可変波長選択素子10Aにのみされ、第1多成分型可変波長選択素子10B、10C及び10Dにはされなくてもよい。

【0063】まず、第1多成分型可変波長選択素子部10の動作につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dは、それぞれ個別の第1伝送経路L1からされる(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号から、所望の波長成分を含む第10信号をそれぞれ選択して、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子13A、13B、13C及び13Dにそれぞれさせる。この所望の波長成分の信号の選択は、例えば、第1多成分型可変波長選択素子部10に駆動回路を設けて、第1光ノードの外部に位置するコンピュータの端末によって所望の波長に切り換えることによって行うことができる。コンピュータのメモリには、各信号の波長や各信号のルーティングのテーブルが組み込まれてあり、コンピュータはそのテーブルを参照して、第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dを制御できる。尚、この波長の選択切り換えの技術は、周知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。第10信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号S1のことであり、M個の波長成分を含む。同時に、各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dは、前述した多重波長信号から第10信号の波長成分を除いた第11信号を、バイパス経路LBを介して、各第2多成分型可変波長選択素子12A、12B、12C及び12Dにそれぞれさせる。第11信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第2信号S2のことであり、L個の波長成分を含む。

【0064】なお、これら多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がない信号である場合、これら多重波長信号の各々はいずれも、各第1

多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dから、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子12A、12B、12C及び12Dにそれぞれされる。逆に、多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がある信号である場合、多重波長信号の各々はいずれも、各第1多成分型可変波長選択素子10A、10B、10C及び10Dから、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子13A、13B、13C及び13Dにそれぞれされる。

【0065】次に、信号切り換え装置11の動作につき説明する。各光分岐素子13A、13B、13C及び13Dは、第10信号のパワーを1/4ずつ等分配した第12信号を、各第1周波数スイッチ素子14Aa~14Ad、14Ba~14Bd、14Ca~14Cd及び14Da~14Ddにそれぞれさせる。第12信号の波長成分は、第10信号の波長成分と同じである。

【0066】続いて、各第1周波数スイッチ素子14Aa~14Da、14Ab~14Db、14Ac~14Dc及び14Ad~14Ddは、第12信号の各々から所望の1つの波長の第13信号をそれぞれ1個切り換え選択する。そして、各第1周波数スイッチ素子14Aa~14Da、14Ab~14Db、14Ac~14Dc及び14Ad~14Ddは、第13信号をあらかじめ定められた固定波長の第14信号にそれぞれ波長変換して、光マトリックススイッチ素子15a、15b、15c及び15dにそれぞれさせる。例えば、第14信号の各々の波長は、いずれも同じ固定波長に設定されてもよい。

【0067】続いて、各光マトリックススイッチ素子15a、15b、15c及び15dは、第14信号を、各第2周波数スイッチ素子16Aa~16Da、16Ab~16Db、16Ac~16Dc及び16Ad~16Ddにそれぞれ振り分ける。

【0068】続いて、各第2周波数スイッチ素子16Aa~16Ad、16Ba~16Bd、16Ca~16Cd及び16Da~16Ddは、振り分けられた第14信号を所望の波長の第15信号にそれぞれ波長変換して、各光結合素子17A、17B、17C及び17Dにそれぞれさせる。ただし、同一の光結合素子に接続される第2周波数スイッチ素子の各々は、第14信号を互いに異なる所望の波長の第15信号に波長変換して、光結合素子にそれぞれさせることができる。よって、同一波長の異なる信号が、各光結合素子17A、17B、17C及び17Dで同時に混ざることが防げることができる。

【0069】続いて、各光結合素子17A、17B、17C及び17Dは、第15信号の各々をそれぞれ合流させて、個別の第2Add/Drop経路L4をそれぞれ介して、第16信号として各第2多成分型可変波長選択

素子 1 2 A、1 2 B、1 2 C 及び 1 2 D にそれぞれ出力させる。第 1 6 信号は、信号切り換え装置 1 1 から第 2 A d d / D r o p 経路 L 4 へ出力される信号のことであり、既に説明した第 3 信号 S 3 のことである。

【0070】最後に、第 2 多成分型可変波長選択素子部 1 2 の動作につき説明する。各第 2 多成分型可変波長選択素子 1 2 A、1 2 B、1 2 C 及び 1 2 D は、第 1 1 信号と第 1 6 信号とを合流させて、第 1 7 信号としてそれぞれ個別の第 2 伝送経路 L 2 へ出力させる。第 1 7 信号は、第 2 A d d / D r o p 経路 L 4 から入力される信号とバイパス経路 L B から入力される信号とを合流させた信号のことであり、既に説明した第 4 信号 S 4 のことである。

【0071】第 2 周波数スイッチ素子の各々は、同一の第 2 多成分型可変波長選択素子に入力される第 1 1 信号の各々の波長と第 1 6 信号の各々の波長とが異なるように、第 1 4 信号を第 1 5 信号にそれぞれ波長変換させることができるから、同一波長の異なる信号が、同一の第 2 多成分型可変波長選択素子で同時に混ざることはいない。よって、各第 2 多成分型可変波長選択素子から出力される信号の各々は、互いに区別されることができる。

【0072】このような構成によれば、第 1 伝送経路 L 1、バイパス経路 L B 及び第 2 伝送経路 L 2 の間の第 1 多成分型可変波長選択部 1 0 の素子数及び第 2 多成分型可変波長選択部 1 2 の素子数を少なくすることができるから、第 1 伝送経路 L 1、バイパス経路 L B 及び第 2 伝送経路 L 2 の間を通過したことによる信号のパワーの損失を小さくすることができる。

【0073】また、光分岐器 1 3 かつ光結合器 1 7 は、波長選択素子部と比較して安価であるから、その分、安価な信号切り換え装置 1 1 を得ることができる。更に、第 1 周波数スイッチ 1 4、光マトリックススイッチ 1 5 及び第 2 周波数スイッチ 1 6 の間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチ 1 5 の中を通る各信号の波長は全て同一に設定されても問題はない。したがって、第 1 周波数スイッチ素子 1 4 A a ~ 1 4 A d、1 4 B a ~ 1 4 B d、1 4 C a ~ 1 4 C d 及び 1 4 D a ~ 1 4 D d の各々に対して、同一の固定波長型の固定波長変換素子を使用することによって、固定波長変換素子を統一することができるから、容易に第 1 周波数スイッチ 1 4 を構成することができる。

【0074】また、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、設計に応じて種々の変更を加えることができる。

【0075】例えば、第 1 周波数スイッチ素子 1 4 A a ~ 1 4 A d、1 4 B a ~ 1 4 B d、1 4 C a ~ 1 4 C d 及び 1 4 D a ~ 1 4 D d の各々として、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を使用して、光マトリックススイッチ素子 1 5 a ~ 1 5 d の各々の代わりに、固定波長ルータ素子を使用して、及び第 2 周波数ス

チ素子 1 6 A a ~ 1 6 A d、1 6 B a ~ 1 6 B d、1 6 C a ~ 1 6 C d 及び 1 6 D a ~ 1 6 D d の各々として可変波長変換素子を使用しても、信号切り換え装置 1 1 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各第 1 周波数スイッチ素子の可変波長変換素子は、波長変換された信号に対して、固定波長ルータ素子を経過する信号の出口（出力ポート）を指定する。ただし、固定波長ルータ素子とは、固定波長ルータ素子の出力ポートの各々からそれぞれ出力される信号の波長をあらかじめ決め定めている素子である。

【0076】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。

【0077】また、例えば、第 1 周波数スイッチ素子 1 4 A a ~ 1 4 A d、1 4 B a ~ 1 4 B d、1 4 C a ~ 1 4 C d 及び 1 4 D a ~ 1 4 D d の各々として一成分型可変波長選択素子及び固定波長変換素子を使用して、光マトリックススイッチ素子 1 5 a ~ 1 5 d の各々の代わりに、光スターカプラ素子を使用して、及び第 2 周波数スイッチ素子 1 6 A a ~ 1 6 A d、1 6 B a ~ 1 6 B d、1 6 C a ~ 1 6 C d 及び 1 6 D a ~ 1 6 D d の各々として、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を使用しても、信号切り換え装置 1 1 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各第 1 周波数スイッチ素子の固定波長変換素子と、第 2 周波数スイッチ素子の一成分型可変波長選択素子によって、光スターカプラ素子を通過する信号の出口（出力ポート）を制御する。

【0078】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、光スターカプラは、固定波長ルータと比較して安価であるから、その分、安価な空間スイッチを得ることができる。

【0079】「第 2 の実施の形態」図 3 は、この発明の第 2 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。この説明では、第 2 の実施の形態の光ノードを第 2 光ノードと称する。

【0080】図 3 において、第 2 光ノードは、第 1 波長選択素子部 1 0 0 として第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部 2 0、第 2 波長選択素子部 2 0 0 として第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部 2 2 及び信号切り換え装置 3 0 0 として信号切り換え装置 2 1 を具える。

【0081】更に、この信号切り換え装置 2 1 は、第 1 周波数スイッチ 2 3、光マトリックススイッチ 2 4 及び第 2 周波数スイッチ 2 5 を具える。

【0082】次に、各素子の個数を設定する。ただし、各素子が、入出力ポート数を余すことなく 1 対 1 の関係で接続していれば、各素子の個数を任意に設定してよい。この図 3 に示す構成例の場合、第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部 2 0 は、4 × 4 個の第 1 A d d

／Drop型可変波長選択素子20Aa～20Ad、20Ba～20Bd、20Ca～20Cd及び20Da～20Ddを具える。第1周波数スイッチ23は、4×4個の第1周波数スイッチ素子23Aa～23Ad、23Ba～23Bd、23Ca～23Cd及び23Da～23Ddを具える。光マトリックススイッチ24は4個の光マトリックススイッチ素子24a、24b、24c及び24dを具える。第2周波数スイッチ25は、4×4個の第2周波数スイッチ素子25Aa～25Ad、25Ba～25Bd、25Ca～25Cd及び25Da～25Ddを具える。第2Add/Drop型可変波長選択素子部22は、4×4個の第2Add/Drop型可変波長選択素子22Aa～22Ad、22Ba～22Bd、22Ca～22Cd及び22Da～22Ddを具える。

【0083】更に、各第1周波数スイッチ素子23Aa～23Ad、23Ba～23Bd、23Ca～23Cd及び23Da～23Ddは、固定波長変換素子を具える。各第2周波数スイッチ素子25Aa～25Ad、25Ba～25Bd、25Ca～25Cd及び25Da～25Ddは、可変波長変換素子を具える。

【0084】次に、各素子の入力ポート数及び出力ポート数につき説明する。各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Aa～20Ad、20Ba～20Bd、20Ca～20Cd及び20Da～20Ddは、1個の入力ポート及び2個の出力ポートを具える。各第1周波数スイッチ素子23Aa～23Ad、23Ba～23Bd、23Ca～23Cd及び23Da～23Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各光マトリックススイッチ素子24a、24b、24c及び24dは、4個の入力ポート及び4個の出力ポートを具える。各第2周波数スイッチ素子25Aa～25Ad、25Ba～25Bd、25Ca～25Cd及び25Da～25Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各第2Add/Drop型可変波長選択素子22Aa～22Ad、22Ba～22Bd、22Ca～22Cd及び22Da～22Ddは、2個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。

【0085】次に、各素子の接続状態につき説明する。各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Aa～20Ad、20Ba～20Bd、20Ca～20Cd及び20Da～20Ddの各出力ポートは、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各第1周波数スイッチ素子23Aa～23Ad、23Ba～23Bd、23Ca～23Cd及び23Da～23Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第1周波数スイッチ素子23Aa～23Ad、23Ba～23Bd、23Ca～23Cd及び23Da～23Ddの各出力ポートは、各光マトリックススイッチ素子24a、24b、24c及び24dの各入力ポートと、1

対1の関係でそれぞれ接続してある。各光マトリックススイッチ素子24a、24b、24c及び24dの各出力ポートは、各第2周波数スイッチ素子25Aa～25Ad、25Ba～25Bd、25Ca～25Cd及び25Da～25Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第2周波数スイッチ素子25Aa～25Ad、25Ba～25Bd、25Ca～25Cd及び25Da～25Ddの各出力ポートは、個別の第2Add/Drop経路L4をそれぞれ介して、各第2Add/Drop型可変波長選択素子22Aa～22Ad、22Ba～22Bd、22Ca～22Cd及び22Da～22Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。また、各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Ad～20Dd、20Ac～20Dc及び20Ab～20Dbの各出力ポートは、各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Ac～20Dc、20Ab～20Db及び20Aa～20Daの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Aa～20Daの各出力ポートは、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2Add/Drop型可変波長選択素子22Aa～22Daの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第2Add/Drop型可変波長選択素子22Aa～22Da、22Ab～22Db及び22Ac～22Dcの各出力ポートは、各第2Add/Drop型可変波長選択素子22Ab～22Db、22Ac～22Dc及び22Ad～22Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。

【0086】次に、第2光ノードの動作につき説明する。K個の波長成分を含む多重波長信号が、各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Ad、20Bd、20Cd及び20Ddに入力される例を説明する(Kは自然数)。

【0087】なお、各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Ad、20Bd、20Cd及び20Ddにそれぞれ入力される多重波長信号の波長成分は、互いに異なってもよい。また、各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Ad、20Bd、20Cd及び20Ddにそれぞれ入力される多重波長信号の波長数は、互いに異なってもよい。また、各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Ad、20Bd、20Cd及び20Ddに同時に多重波長信号がそれぞれ入力しなくてもよい。例えば、ある瞬間に、多重波長信号が第1Add/Drop型可変波長選択素子20Adにのみ入力され、第1多成分型可変波長選択素子20Bd、20Cd及び20Ddには入力されなくてもよい。

【0088】まず、第1Add/Drop型可変波長選択素子部20の動作につき説明する。各第1Add/Drop型可変波長選択素子20Ad、20Bd、20Cd及び20Ddは、それぞれ個別の第1伝送経路L1か

ら入力される多重波長信号の各々から、所望の 1 つの波長の第 2 0 信号をそれぞれ選択し、個別の第 1 Add/Drop 経路 L 3 をそれぞれ介して、第 2 0 信号を各第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A d、2 3 B d、2 3 C d 及び 2 3 D d にそれぞれ出力させる。第 2 0 信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第 1 信号 S 1 のことである。同時に、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A d、2 0 B d、2 0 C d 及び 2 0 D d は、

入力される多重波長信号から第 2 0 信号の波長成分を除いた第 2 1 信号を、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A c、2 0 B c、2 0 C c 及び 2 0 D c にそれぞれ出力させる。

【0089】続いて、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A c、2 0 B c、2 0 C c 及び 2 0 D c は、第 2 1 信号の各々から、所望の 1 つの波長の第 2 2 信号をそれぞれ選択し、個別の第 1 Add/Drop 経路 L 3 をそれぞれ介して、第 2 2 信号を各第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A c、2 3 B c、2 3 C c 及び 2 3 D c にそれぞれ出力させる。第 2 2 信号は、伝送経路のスイ

ッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第 1 信号 S 1 のことである。同時に、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A c、2 0 B c、2 0 C c 及び 2 0 D c は、第 2 1 信号から第 2 2 信号の波長成分を除いた第 2 3 信号を、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A b、2 0 B b、2 0 C b 及び 2 0 D b にそれぞれ出力させる。

【0090】続いて、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A b、2 0 B b、2 0 C b 及び 2 0 D b は、第 2 3 信号の各々から、所望の 1 つの波長の第 2 4 信号をそれぞれ選択し、個別の第 1 Add/Drop 経路 L 3 をそれぞれ介して、第 2 4 信号を各第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A b、2 3 B b、2 3 C b 及び 2 3 D b にそれぞれ出力させる。第 2 4 信号は、伝送経路のスイ

ッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第 1 信号 S 1 のことである。同時に、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A b、2 0 B b、2 0 C b 及び 2 0 D b は、第 2 3 信号から第 2 4 信号の波長成分を除いた第 2 5 信号を、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A a、2 0 B a、2 0 C a 及び 2 0 D a にそれぞれ出力させる。

【0091】続いて、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A a、2 0 B a、2 0 C a 及び 2 0 D a は、第 2 5 信号の各々から、所望の 1 つの波長の第 2 6 信号をそれぞれ選択し、個別の第 1 Add/Drop 経路 L 3 をそれぞれ介して、第 2 6 信号を各第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a、2 3 B a、2 3 C a 及び 2 3 D a にそれぞれ出力させる。第 2 6 信号は、伝送経路のスイ

ッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第 2 信号 S 2 のことである。

同時に、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A a、2 0 B a、2 0 C a 及び 2 0 D a は、第 2 5 信号から第 2 6 信号の波長成分を除いた第 2 7 信号を、個別のバイパス経路 L B をそれぞれ介して、各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 2 A a、2 2 B a、2 2 C a 及び 2 2 D a にそれぞれ出力させる。第 2 7 信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第 2 信号 S 2 のことである。

10 【0092】次に、信号切り換え装置 2 1 の動作につき説明する。各第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a ~ 2 3 D a、2 3 A b ~ 2 3 D b、2 3 A c ~ 2 3 D c 及び 2 3 A d ~ 2 3 D d は、第 2 6 信号、第 2 4 信号、第 2 2 信号及び第 2 0 信号を、あらかじめ定められた固定波長の第 2 8 信号にそれぞれ波長変換して、各光マトリックススイッチ素子 2 4 a、2 4 b、2 4 c 及び 2 4 d にそれぞれ出力させる。例えば、第 2 8 信号の各々の波長は、

20 いずれも同じ固定波長に設定されてもよい。この所望の波長成分の信号の選択は、例えば、第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子部 2 0 に駆動回路を設けて、第 2 光ノードの外部に位置するコンピュータの端末によって所望の波長に切り換えることによって行うことができる。コンピュータのメモリには、各信号の波長や各信号のルーティングのテーブルが組み込まれてあり、コンピュータはそのテーブルを参照して、第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 2 0 A a ~ 2 0 A d、2 0 B a ~ 2 0 B d、2 0 C a ~ 2 0 C d 及び 2 0 D a ~ 2 0 D d を制御できる。尚、この波長の選択切り換えの技術は、周知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。

30 【0093】続いて、各光マトリックススイッチ素子 2 4 a、2 4 b、2 4 c 及び 2 4 d は、第 2 8 信号を、各第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 D a、2 5 A b ~ 2 5 D b、2 5 A c ~ 2 5 D c 及び 2 5 A d ~ 2 5 D d にそれぞれ振り分ける。

【0094】続いて、各第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 B a ~ 2 5 B d、2 5 C a ~ 2 5 C d 及び 2 5 D a ~ 2 5 D d は、振り分けられた第 2 8 信号を、所望の波長の第 2 9 信号にそれぞれ波長変換する。そして、各第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 B a ~ 2 5 B d、2 5 C a ~ 2 5 C d 及び 2 5 D a ~ 2 5 D d は、第 2 9 信号を、第 2 Add/Drop 経路を介して、各第 2 Add/Drop 素子 2 2 A a ~ 2 2 A d、2 2 B a ~ 2 2 B d、2 2 C a ~ 2 2 C d 及び 2 2 D a ~ 2 2 D d にそれぞれ出力させる。第 2 9 信号は、信号切り換え装置 2 1 から第 2 Add/Drop 経路 L 4 へ出力される信号のことであり、既に説明した第 3 信号 S 3 のことである。ただし、同一の第 2 伝送経路に接続される第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子の各々にそれぞれ接続される第 2 周波数スイ

素子の各々は、第 2 8 信号を互いに異なる所望の波長の第 2 9 信号に波長変換して、第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子にそれぞれ出力させることができる。よって、同一波長の異なる信号が、同一の第 2 伝送経路上で同時に混ざること防ぐことができる。例えば、同一波長の信号が、各第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子 2 5 A a、2 5 A b、2 5 A c 及び 2 5 A d から、同時にそれぞれ出力されることを防ぐことができる。

【0095】最後に、第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部 2 2 の動作につき説明する。第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子 2 2 A a ~ 2 2 A d、2 2 B a ~ 2 2 B d、2 2 C a ~ 2 2 C d 及び 2 2 D a ~ 2 2 D d は、第 2 7 信号と第 2 9 信号とを合流させて、第 3 0 信号として、それぞれ個別の第 2 伝送経路 L 2 へ出力させる。第 3 0 信号は、第 2 A d d / D r o p 経路 L 4 から入力される信号とバイパス経路 L B から入力される信号とを合流させた信号のことであり、既に説明した第 4 信号 S 4 のことである。

【0096】第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 B a ~ 2 5 B d、2 5 C a ~ 2 5 C d 及び 2 5 D a ~ 2 5 D d の各々は、同一の第 2 伝送経路 L 2 上に入力される第 2 7 信号の各々の波長と第 2 9 信号の各々の波長とが異なるように、第 2 8 信号を第 2 9 信号にそれぞれ波長変換させるから、同一波長の異なる信号が、同一の第 2 伝送経路 L 2 上で同時に混ざることはない。よって、各第 2 伝送経路 L 2 上の信号の各々は、互いに区別されることができる。

【0097】このような構成によれば、第 1 A d d / D r o p 型波長選択素子 2 0 A a ~ 2 0 A d、2 0 B a ~ 2 0 B d、2 0 C a ~ 2 0 C d 及び 2 0 D a ~ 2 0 D d の各々から出力される信号は 1 つであるから、信号切り換え装置 2 1 に波長選択素子を設ける必要がない。また、光分岐器及び光結合器が具えられていないので、光分岐器及び光結合器を通過したことによる信号のパワーの損失（分配損失）をなくすことができる。

【0098】また、第 1 周波数スイッチ 2 3、光マトリックススイッチ 2 4 及び第 2 周波数スイッチ 2 5 の間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチ 2 4 の中を通る各信号の波長は全て同一に設定されても問題はない。したがって、全ての第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a ~ 2 3 A d、2 3 B a ~ 2 3 B d、2 3 C a ~ 2 3 C d 及び 2 3 D a ~ 2 3 D d に対して、同一の固定波長型の固定波長変換素子を使用することによって、固定波長変換素子を統一することができるから、容易に第 1 周波数スイッチ 2 3 を構成することができる。更に、第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a ~ 2 3 A d、2 3 B a ~ 2 3 B d、2 3 C a ~ 2 3 C d 及び 2 3 D a ~ 2 3 D d の各々及び第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 B a ~ 2 5 B d、2 5 C a ~ 2 5 C d 及び 2 5 D a ~ 2 5 D d の各々はいずれも波長選択

素子を具える必要がないから、その分、安価な第 1 周波数スイッチ 2 3 及び第 2 周波数スイッチ 2 5 を得ることができる。

【0099】また、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、設計に応じて種々の変更を加えることができる。

【0100】例えば、第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a ~ 2 3 A d、2 3 B a ~ 2 3 B d、2 3 C a ~ 2 3 C d 及び 2 3 D a ~ 2 3 D d の各々として、可変波長変換素子を使用して、光マトリックススイッチ素子 2 4 a ~ 2 4 d の代わりに、固定波長ルータ素子を使用して、及び第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 B a ~ 2 5 B d、2 5 C a ~ 2 5 C d 及び 2 5 D a ~ 2 5 D d の各々として可変波長変換素子を使用しても、信号切り換え装置 2 1 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各第 1 周波数スイッチ素子の可変波長変換素子は、波長変換された信号に対して、固定波長ルータ素子から出口（出力ポート）を指定する。ただし、固定波長ルータ素子とは、固定波長ルータ素子の出力ポートの各々からそれぞれ出力される信号の波長をあらかじめ定めている素子である。

【0101】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a ~ 2 3 A d、2 3 B a ~ 2 3 B d、2 3 C a ~ 2 3 C d 及び 2 3 D a ~ 2 3 D d の各々及び第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 B a ~ 2 5 B d、2 5 C a ~ 2 5 C d 及び 2 5 D a ~ 2 5 D d の各々はいずれも波長選択素子を具える必要がないから、その分、安価な第 1 周波数スイッチ 2 3 及び第 2 周波数スイッチ 2 5 を得ることができる。

【0102】また、例えば、第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a ~ 2 3 A d、2 3 B a ~ 2 3 B d、2 3 C a ~ 2 3 C d 及び 2 3 D a ~ 2 3 D d の各々として固定波長変換素子を使用して、光マトリックススイッチ素子 2 4 a ~ 2 4 d の各々の代わりに、光スターカプラ素子を使用して、及び第 2 周波数スイッチ素子 2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 A a ~ 2 5 A d、2 5 A a ~ 2 5 A d 及び 2 5 A a ~ 2 5 A d の各々として一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を使用しても、信号切り換え装置 2 1 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各第 1 周波数スイッチ素子の固定波長変換素子と、第 2 周波数スイッチ素子の一成分型可変波長選択素子によって、光スターカプラ素子を通過する信号の出口（出力ポート）を制御する。

【0103】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、光スターカプラは、固定波長ルータと比較して安価であるから、その分、安価な空間スイッチを得ることができる。更に、第 1 周波数スイッチ素子 2 3 A a ~ 2 3 A d、2 3 B a ~ 2 3 B d、2 3 C a ~ 2 3 C d 及び 2 3

D a ~ 2 3 D d の各々は波長選択素子を含める必要がないから、その分、安価な第 1 周波数スイッチ 2 3 を得ることができる。

【0104】「第 3 の実施の形態」図 4 は、この発明の第 3 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。この説明では、第 3 の実施の形態の光ノードを第 3 光ノードと称する。

【0105】図 4 において、第 3 光ノードは、第 1 波長選択素子部 1 0 0 として第 1 多成分型可変波長選択素子部 3 0、第 2 波長選択素子部 2 0 0 として第 2 多成分型可変波長選択素子部 3 2 及び信号切り換え装置 3 0 0 として信号切り換え装置 3 1 を具える。

【0106】第 1 多成分型可変波長選択素子部 3 0 及び第 2 多成分型可変波長選択素子部 3 2 は、「第 1 の実施の形態」で既に述べた第 1 多成分型可変波長選択素子部 1 0 及び第 2 多成分型可変波長選択素子部 1 2 とそれぞれ同じ選択素子部である。

【0107】更に、この信号切り換え装置 3 1 は、第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子部 3 3、第 1 周波数スイッチ 3 4、光マトリックススイッチ 3 5、第 2 周波数スイッチ 3 6、第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子部 3 7 を具える。

【0108】次に、各素子の個数を設定する。ただし、各素子が、入出力ポート数を余すことなく 1 対 1 の関係で接続していれば、各素子の個数を任意に設定してよい。この図 4 に示す構成例の場合、第 1 多成分型可変波長選択素子部 3 0 は、4 個の第 1 多成分型可変波長選択素子 3 0 A ~ 3 0 D を具える。第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子部 3 3 は、4 × 4 個の第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 3 A a ~ 3 3 A d、3 3 B a ~ 3 3 B d、3 3 C a ~ 3 3 C d 及び 3 3 D a ~ 3 3 D d を具える。第 1 周波数スイッチ 3 4 は、4 × 4 個の第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d を具える。光マトリックススイッチ 3 5 は、4 個の光マトリックススイッチ素子 3 5 a ~ 3 5 d を具える。第 2 周波数スイッチ 3 6 は、4 × 4 個の第 1 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d を具える。第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子部 3 7 は、4 × 4 個の第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 7 A a ~ 3 7 A d、3 7 B a ~ 3 7 B d、3 7 C a ~ 3 7 C d 及び 3 7 D a ~ 3 7 D d を具える。第 2 多成分型可変波長選択素子部 3 2 は、4 個の第 2 多成分型可変波長選択素子 3 2 A ~ 3 2 D を具える。

【0109】更に、各第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d は、固定波長変換素子を含める。各第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~

3 6 D d は、可変波長変換素子を含める。

【0110】次に、各素子の入力ポート数及び出力ポート数につき説明する。各第 1 多成分型可変波長選択素子 3 0 A ~ 3 0 D は、1 個の入力ポート及び 2 個の出力ポートを具える。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 3 A a ~ 3 3 A c、3 3 B a ~ 3 3 B c、3 3 C a ~ 3 3 C c 及び 3 3 D a ~ 3 3 D c は、1 個の入力ポート及び 2 個の出力ポートを具える。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 3 A d ~ 3 3 D d は、1 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを具える。各第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d は、1 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを具える。各光マトリックススイッチ素子 3 5 a ~ 3 5 d は、4 個の入力ポート及び 4 個の出力ポートを具える。各第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d は、1 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを具える。各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 7 A a ~ 3 7 A c、3 7 B a ~ 3 7 B c、3 7 C a ~ 3 7 C c 及び 3 7 D a ~ 3 7 D c は、2 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを具える。各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 7 A d ~ 3 7 D d は、1 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを備える。各第 2 多成分型可変波長選択素子 3 2 A ~ 3 2 D は、2 個の入力ポートと 1 個の出力ポートを具える。

【0111】次に、各素子の接続状態につき接続する。各第 1 多成分型可変波長選択素子 3 0 A ~ 3 0 D の各出力ポートは、個別の第 1 Add/Drop 経路 L 3 をそれぞれ介して、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 3 A a ~ 3 3 D a の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 3 A a ~ 3 3 A c、3 3 B a ~ 3 3 B c、3 3 C a ~ 3 3 C c 及び 3 3 D a ~ 3 3 D c の各出力ポートは、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 3 A b ~ 3 3 A d、3 3 B b ~ 3 3 B d、3 3 C b ~ 3 3 C d 及び 3 3 D b ~ 3 3 D d の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 3 3 A a ~ 3 3 A d、3 3 B a ~ 3 3 B d、3 3 C a ~ 3 3 C d 及び 3 3 D a ~ 3 3 D d の各出力ポートは、各第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 A b ~ 3 4 A d、3 4 A c ~ 3 4 A d 及び 3 4 A d ~ 3 4 A d の各出力ポートは、光マトリックススイッチ素子 3 5 a、3 5 b、3 5 c 及び 3 5 d の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各光マトリックススイッチ素子 3 5 a、3 5 b、3 5 c 及び 3 5 d の各出力ポートは、各

第2周波数スイッチ素子36Aa~36Da、36Ab~36Db、36Ac~36Dc及び36Ad~36Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第2周波数スイッチ素子36Aa~36Ad、36Ba~36Bd、36Ca~36Cd及び36Da~36Ddの各出力ポートは、各第2Add/Drop型可変波長選択素子37Aa~37Ad、37Ba~37Bd、37Ca~37Cd及び37Da~37Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第2Add/Drop型可変波長選択素子37Ad~37Ab、37Bd~37Bb、37Cd~37Cb及び37Dd~37Dbの各出力ポートは、各第2Add/Drop型可変波長選択素子37Ac~37Aa、37Bc~37Ba、37Cc~37Ca及び37Dc~37Daの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある（例えば、37Ac~37Aaは、37Ac、37Ab及び37Aaを意味する）。各第2Add/Drop型可変波長選択素子37Aa~37Daの各出力ポートは、個別の第2Add/Drop経路L4をそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子32A~32Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第1多成分型可変波長選択素子30A~30Dの各出力ポートは、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子32A~32Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。

【0112】次に、第3光ノードの動作につき説明する。(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号が、各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dに入力される例を説明する(M、Lは自然数である)。

【0113】なお、各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dにそれぞれ入力される多重波長信号の波長成分は、互いに異なっているもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dにそれぞれ入力される多重波長信号の波長数は、互いに異なっているもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dに同時に多重波長信号がそれぞれ入力しなくてもよい。例えば、ある瞬間に、多重波長信号が第1多成分型可変波長選択素子30Aにのみ入力され、第1多成分型可変波長選択素子30B、30C及び30Dには入力されなくてもよい。

【0114】まず、第1多成分型可変波長選択素子部30の動作につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dは、それぞれ個別の第1伝送経路L1から入力される(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号から、所望の波長成分を含む第40信号をそれぞれ選択して、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各第1Add/Drop型可変波

op型可変波長素子33Aa、33Ba、33Ca及び33Daにそれぞれ出力させる。第40信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号S1のことである。同時に、各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dは、前記多重波長信号から第40信号の波長成分を除いた第41信号を、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子32A、32B、32C及び32Dにそれぞれ出力させる。第41信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第2信号S2のことである。

【0115】なお、これら多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がない信号である場合、これら多重波長信号の各々はいずれも、各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dから、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子32A、32B、32C及び32Dにそれぞれ出力される。逆に、多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がある信号である場合、多重波長信号の各々はいずれも、各第1多成分型可変波長選択素子30A、30B、30C及び30Dから、第1Add/Drop経路L3を介して、各第1Add/Drop型可変波長選択素子33Aa、33Ba、33Ca及び33Daにそれぞれ出力される。

【0116】次に、信号切り換え装置31の動作につき説明する。各第1Add/Drop型可変波長選択素子33Aa、33Ba、33Ca及び33Daは、第40信号の各々から、所望の1つの波長の第42信号をそれぞれ選択し、各第42信号を各第1周波数スイッチ素子34Aa、34Ba、34Ca及び34Daにそれぞれ出力させる。同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子33Aa、33Ba、33Ca及び33Daは、第40信号から第42信号の波長成分を除いた第43信号を、各第1Add/Drop型可変波長選択素子33Ab、33Bb、33Cb及び33Dbにそれぞれ出力させる。

【0117】続いて、各第1Add/Drop型可変波長選択素子33Ab、33Bb、33Cb及び33Dbは、第43信号の各々から、所望の1つの波長の第44信号をそれぞれ選択し、各第44信号を各第1周波数スイッチ素子34Ab、34Bb、34Cb及び34Dbにそれぞれ出力させる。同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子33Ab、33Bb、33Cb及び33Dbは、第43信号から第44信号の波長成分を除いた第45信号を、各第1Add/Drop型可変波長選択素子33Ac、33Bc、33Cc及び33Dcにそれぞれ出力させる。

【0118】続いて、各第1Add/Drop型可変波

長選択素子 3 3 A c、3 3 B c、3 3 C c 及び 3 3 D c は、第 4 5 信号の各々から、所望の 1 つの波長の第 4 6 信号をそれぞれ選択し、各第 4 6 信号を各第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A c、3 4 B c、3 4 C c 及び 3 4 D c にそれぞれ出力させる。同時に、各第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子 3 3 A c、3 3 B c、3 3 C c 及び 3 3 D c は、第 4 5 信号から第 4 6 信号の波長成分を除いた第 4 7 信号を、各第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子 3 3 A d、3 3 B d、3 3 C d 及び 3 3 D d にそれぞれ出力させる。

【0 1 1 9】続いて、各第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子 3 3 A d、3 3 B d、3 3 C d 及び 3 3 D d は、第 4 7 信号の各々から、所望の 1 つの波長の第 4 8 信号をそれぞれ選択し、各第 4 8 信号を各第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A d、3 4 B d、3 4 C d 及び 3 4 D d にそれぞれ出力させる。

【0 1 2 0】続いて、各第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 D a、3 4 A b ~ 3 4 D b、3 4 A c ~ 3 4 D c 及び 3 4 A d ~ 3 4 D d は、第 4 2 信号、第 4 4 信号、第 4 6 信号及び第 4 8 信号を、あらかじめ定められた固定波長の第 4 9 信号にそれぞれ波長変換して、各光マトリックススイッチ素子 3 5 a、3 5 b、3 5 c 及び 3 5 d にそれぞれ出力させる。例えば、第 4 9 信号の各々の波長は、いずれも同じ固定波長に設定されてもよい。

【0 1 2 1】続いて、光マトリックススイッチ素子 3 5 a、3 5 b、3 5 c 及び 3 5 d は、第 4 9 信号を、各第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 D a、3 6 A b ~ 3 6 D b、3 6 A c ~ 3 6 D c 及び 3 6 A d ~ 3 6 D d にそれぞれ振り分ける。

【0 1 2 2】続いて、各第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d は、振り分けられた第 4 9 信号を、所望の波長の第 5 0 信号にそれぞれ波長変換する。そして、各第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d は、第 5 0 信号を、各第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子 3 7 A a ~ 3 7 A d、3 7 B a ~ 3 7 B d、3 7 C a ~ 3 7 C d 及び 3 7 D a ~ 3 7 D d にそれぞれ出力させる。ただし、同一の第 2 多成分型可変波長選択素子に接続される第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子の各々に接続される第 2 周波数スイッチ素子の各々は、第 4 9 信号の各々を互いに異なる所望の波長の第 5 0 信号に波長変換して、第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子にそれぞれ出力させる。よって、同一波長の異なる信号が、各第 2 可変波長選択素子 3 2 A、3 2 B、3 2 C 及び 3 2 D で同時に混ざることが防げることができる。

【0 1 2 3】続いて、各第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子 3 7 A a ~ 3 7 A d、3 7 B a ~ 3 7 B d、

3 7 C a ~ 3 7 C d 及び 3 7 D a ~ 3 7 D d は、第 5 0 信号を合流させて、個別の第 2 A d d / D r o p 経路 L 4 をそれぞれ介して、第 5 1 信号として各第 2 多成分型可変波長選択素子 3 2 A、3 2 B、3 2 C 及び 3 2 D にそれぞれ出力させる。第 5 1 信号は、信号切り換え装置 3 1 から第 2 A d d / D r o p 経路 L 4 へ出力される信号のことであり、既に説明した第 3 信号 S 3 のことである。

【0 1 2 4】最後に、第 2 多成分型可変波長選択素子部 3 2 の動作につき説明する。各第 2 多成分型可変波長選択素子 3 2 A、3 2 B、3 2 C 及び 3 2 D は、第 4 1 信号と第 5 1 信号とを合流させ、第 5 2 信号としてそれぞれ個別の第 2 伝送経路 L 2 へ出力させる。第 5 2 信号は、第 2 A d d / D r o p 経路 L 4 から入力される信号とバイパス経路 L B から入力される信号とを合流させた信号のことであり、既に説明した第 4 信号 S 4 のことである。

【0 1 2 5】第 2 周波数スイッチ素子の各々は、同一の第 2 多成分型可変波長選択素子に入力される第 4 1 信号の各々の波長と第 5 1 信号の各々の波長とが異なるように、第 4 9 信号を第 5 0 信号にそれぞれ波長変換させるから、同一波長の異なる信号が、同一の第 2 多成分型可変波長選択素子で同時に混ざることはない。よって、各第 2 多成分型可変波長選択素子から出力される信号の各々は、互いに区別されることができる。

【0 1 2 6】このような構成によれば、第 1 伝送経路 L 1、バイパス経路 L B 及び第 2 伝送経路 L 2 の間の第 1 多成分型可変波長選択素子の数を少なくすることができるから、第 1 伝送経路 L 1、バイパス経路 L B 及び第 2 伝送経路 L 2 の間を通過したことによる信号のパワーの損失を小さくすることができる。

【0 1 2 7】また、光分岐器及び光結合器が具えられていないので、光分岐器及び光結合器を通過したことによる信号のパワーの損失（分配損失）をなくすることができる。更に、多成分型可変波長選択素子も具えていないので、安価でコンパクトな信号切り換え装置 3 1 を得ることができる。

【0 1 2 8】また、第 1 周波数スイッチ 3 4、光マトリックススイッチ 3 5 及び第 2 周波数スイッチ 3 6 の間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチ 3 5 の中を通る各信号の波長は全て同一に設定されていても問題はない。したがって、第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d の各々に対して、全て同一の固定波長型の固定波長変換素子を使用することによって、固定波長変換素子を統一することができるから、容易に第 1 周波数スイッチ 3 4 を構成することができる。更に、第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d の各々及び第 2 周波数スイッチ素

10

20

30

40

50

子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d の各々はいずれも波長選択素子を用意する必要がないから、その分、安価な第 1 周波数スイッチ 3 4 及び第 2 周波数スイッチ 3 6 を得ることができる。

【0129】また、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、設計に応じて種々の変更を加えることができる。

【0130】例えば、第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d の各々として、可変波長変換素子を使用して、光マトリックススイッチ素子 3 5 a ~ 3 5 d の代わりに、固定波長ルータ素子を使用して、及び第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d の各々として可変波長変換素子を使用しても、信号切り換え装置 3 1 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各第 1 周波数スイッチ素子の可変波長変換素子は、波長変換された信号に対して、固定波長ルータ素子から出口（出力ポート）を指定する。ただし、固定波長ルータ素子とは、固定波長ルータ素子の出力ポートの各々からそれぞれ出力される信号の波長をあらかじめ決め定めている素子である。

【0131】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d の各々及び第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d の各々はいずれも波長選択素子を用意する必要がないから、その分、安価な第 1 周波数スイッチ 3 4 及び第 2 周波数スイッチ 3 6 を得ることができる。

【0132】また、例えば、第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d の各々として固定波長変換素子を使用して、光マトリックススイッチ素子 3 5 a ~ 3 5 d の各々の代わりに、光スターカプラ素子を使用して、及び第 2 周波数スイッチ素子 3 6 A a ~ 3 6 A d、3 6 B a ~ 3 6 B d、3 6 C a ~ 3 6 C d 及び 3 6 D a ~ 3 6 D d の各々として一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を使用しても、信号切り換え装置 3 1 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各第 1 周波数スイッチ素子の固定波長変換素子と、第 2 周波数スイッチ素子の一成分型可変波長選択素子によって、光スターカプラ素子を通過する信号の出口（出力ポート）を制御する。

【0133】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、光スターカプラは、固定波長ルータと比較して安価であるから、その分、安価な空間スイッチを得ることができ

る。更に、第 1 周波数スイッチ素子 3 4 A a ~ 3 4 A d、3 4 B a ~ 3 4 B d、3 4 C a ~ 3 4 C d 及び 3 4 D a ~ 3 4 D d の各々は波長選択素子を用意する必要がないから、その分、安価な第 1 周波数スイッチ 3 4 を得ることができる。

【0134】「第 4 の実施の形態」図 5 は、この発明の第 4 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。この説明では、第 4 の実施の形態の光ノードを第 4 光ノードと称する。

【0135】図 5 において、第 4 光ノードは、第 1 波長選択素子部 1 0 0 として第 1 多成分型可変波長選択素子部 4 0、第 2 波長選択素子部 2 0 0 として第 2 多成分型可変波長選択素子部 4 2 及び信号切り換え装置 3 0 0 として信号切り換え装置 4 1 を具える。

【0136】更に、この信号切り換え装置 4 1 は、光分岐器 4 3、第 1 周波数スイッチ 4 4、光マトリックススイッチ 4 5、第 2 周波数スイッチ 4 6 及び光結合器 4 7 を具える。

【0137】第 1 多成分型可変波長選択素子部 4 0 及び第 2 多成分型可変波長選択素子部 4 2 は、「第 1 の実施の形態」で既に述べた第 1 多成分型可変波長選択素子部 1 0 及び第 2 多成分型可変波長選択素子部 1 2 とそれぞれ同じ選択素子部である。

【0138】次に、各素子の個数を設定する。ただし、各素子が、入出力ポート数を余すことなく 1 対 1 の関係で接続していれば、各素子の個数を任意に設定してよい。この図 5 に示す構成例の場合、第 1 多成分型可変波長選択素子部 4 0 は、4 個の第 1 多成分型可変波長選択素子 4 0 A、4 0 B、4 0 C 及び 4 0 D を具える。光分岐器 4 3 は、4 個の光分岐素子 4 3 A、4 3 B、4 3 C 及び 4 3 D を具える。第 1 周波数スイッチ 4 4 は、4 × 4 個の第 1 周波数スイッチ素子 4 4 A a ~ 4 4 A d、4 4 B a ~ 4 4 B d、4 4 C a ~ 4 4 C d 及び 4 4 D a ~ 4 4 D d を具える（例えば、4 4 A a ~ 4 4 A d は、4 4 A a、4 4 A b、4 4 A c 及び 4 4 A d を意味する）。光マトリックススイッチ 4 5 は、4 個の光マトリックススイッチ素子 4 5 a、4 5 b、4 5 c 及び 4 5 d を具える。第 2 周波数スイッチ 4 6 は、4 × 4 個の第 2 周波数スイッチ素子 4 6 A a ~ 4 6 A d、4 6 B a ~ 4 6 B d、4 6 C a ~ 4 6 C d 及び 4 6 D a ~ 4 6 D d を具える。光結合器 4 7 は、4 個の光結合素子 4 7 A、4 7 B、4 7 C 及び 4 7 D を具える。第 2 多成分型可変波長選択素子部 4 2 は、4 個の第 2 多成分型可変波長選択素子 4 2 A、4 2 B、4 2 C 及び 4 2 D を具える。

【0139】更に、各第 1 周波数スイッチ素子 4 4 A a ~ 4 4 A d、4 4 B a ~ 4 4 B d、4 4 C a ~ 4 4 C d 及び 4 4 D a ~ 4 4 D d は、一成分型可変波長選択素子を用意する。各第 2 周波数スイッチ素子 4 6 A a ~ 4 6 A d、4 6 B a ~ 4 6 B d、4 6 C a ~ 4 6 C d 及び 4 6 D a ~ 4 6 D d は、可変波長変換素子を用意する。

【0140】次に、各素子の入力ポート数及び出力ポート数につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dは、1個の入力ポートと2個の出力ポートを具える。各光分岐素子43A、43B、43C及び43Dは、1個の入力ポートと4個の出力ポートを具える。各第1周波数スイッチ素子44Aa~44Ad、44Ba~44Bd、44Ca~44Cd及び44Da~44Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各光マトリックススイッチ素子45a、45b、45c及び45dは4個の入力ポート及び4個の出力ポートを具える。各第2周波数スイッチ素子46Aa~46Ad、46Ba~46Bd、46Ca~46Cd及び46Da~46Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各光結合素子47A、47B、47C及び47Dは、4個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各第2多成分型可変波長選択素子42A、42B、42C及び42Dは、2個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。

【0141】次に、各素子の接続状態につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dの各出力ポートは、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子43A、43B、43C及び43Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各光分岐素子43A、43B、43C及び43Dの各出力ポートは、各第1周波数スイッチ素子44Aa~44Ad、44Ba~44Bd、44Ca~44Cd及び44Da~44Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第1周波数スイッチ素子44Aa~44Da、44Ab~44Db、44Ac~44Dc及び44Ad~44Ddの各出力ポートは、各光マトリックススイッチ素子45a、45b、45c及び45dは各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある（例えば、44Aa~44Daは、44Aa、44Ba、44Ca及び44Daを意味する）。各光マトリックススイッチ素子45a、45b、45c及び45dの各出力ポートは、各第2周波数スイッチ素子46Aa~46Da、46Ab~46Db、46Ac~46Dc及び46Ad~46Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第2周波数スイッチ素子46Aa~46Ad、46Ba~46Bd、46Ca~46Cd及び46Da~46Ddの各出力ポートは、各光結合素子47A、47B、47C及び47Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各光結合素子47A、47B、47C及び47Dの各出力ポートは、個別の第2Add/Drop経路L4をそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子42A、42B、42C及び42Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。また、各素子第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dの各出力ポート

は、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子42A、42B、42C及び42Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。

【0142】次に、第4光ノードの動作につき説明する。(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号が、各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dに入力される例を説明する(M、Lは自然数である)。

【0143】なお、各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dにそれぞれ入力される多重波長信号の波長成分は、互いに異なってもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dにそれぞれ入力される多重波長信号の波長数は、互いに異なってもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dに同時に多重波長信号がそれぞれ入力されなくてもよい。例えば、ある瞬間に、多重波長信号が第1多成分型可変波長選択素子40Aにのみ入力され、第1多成分型可変波長選択素子40B、40C及び40Dには入力されなくてもよい。

【0144】まず、第1多成分型可変波長選択素子部40の動作につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dは、それぞれ個別の第1伝送経路L1から入力される(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号から、所望の波長成分を含む第60信号をそれぞれ選択して、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子43A、43B、43C及び43Dにそれぞれ出力させる。この所望の波長成分の信号の選択は、例えば、第1多成分型可変波長選択素子部40に駆動回路を設けて、第4光ノードの外部に位置するコンピュータの端末によって所望の波長に切り換えることによって行うことができる。コンピュータのメモリには、各信号の波長や各信号のルーティングのテーブルが組み込まれてあり、コンピュータはそのテーブルを参照して、第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dを制御できる。尚、この波長の選択切り換えの技術は、周知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。第60信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号S1のことであり、M個の波長成分を含む。同時に、各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dは、前述した多重波長信号から第60信号の波長成分を除いた第61信号を、バイパス経路LBを介して、各第2多成分型可変波長選択素子42A、42B、42C及び42Dにそれぞれ出力させる。第61信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第2信号S2のことであり、L個の波長成分を含む。

【0145】なお、これら多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がない信号である場合、これら多重波長信号の各々はいずれも、各第1多成分型可変波長選択素子40A、40B、40C及び40Dから、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子42A、42B、42C及び42Dにそれぞれ出力される。逆に、多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がある信号である場合、多重波長信号の各々は

【0146】次に、信号切り換え装置41の動作につき説明する。各光分岐素子43A、43B、43C及び43Dは、第60信号のパワーを1/4ずつ等分配した第62信号を、各第1周波数スイッチ素子44Aa~44Ad、44Ba~44Bd、44Ca~44Cd及び44Da~44Ddにそれぞれ出力させる。第62信号の波長成分は、第60信号の波長成分と同じである。

【0147】続いて、各第1周波数スイッチ素子44Aa~44Da、44Ab~44Db、44Ac~44Dc及び44Ad~44Ddは、第62信号の各々から所望の1つの波長の第63信号をそれぞれ1個切り換え選択して、光マトリックススイッチ素子45a、45b、45c及び45dにそれぞれ出力させる。例えば、第63信号の各々の波長は、いずれも同じ波長に設定されてもよい。

【0148】続いて、各光マトリックススイッチ素子45a、45b、45c及び45dは、第63信号を、各第2周波数スイッチ素子46Aa~46Da、46Ab~46Db、46Ac~46Dc及び46Ad~46Ddにそれぞれ振り分ける。

【0149】続いて、各第2周波数スイッチ素子46Aa~46Ad、46Ba~46Bd、46Ca~46Cd及び46Da~46Ddは、振り分けられた第63信号を所望の波長の第64信号にそれぞれ波長変換して、各光結合素子47A、47B、47C及び47Dにそれぞれ出力させる。ただし、同一の光結合素子に接続される第2周波数スイッチ素子の各々は、第63信号を互いに異なる所望の波長の第64信号に波長変換して、光結合素子にそれぞれ出力させることができる。よって、同一波長の異なる信号が、各光結合素子47A、47B、47C及び47Dで同時に混ざることが防

【0150】続いて、各光結合素子47A、47B、47C及び47Dは、第64信号の各々をそれぞれ合流させて、個別の第2Add/Drop経路L4をそれぞれ介して、第65信号として各第2多成分型可変波長選択素子42A、42B、42C及び42Dにそれぞれ出力

させる。第65信号は、信号切り換え装置41から第2Add/Drop経路L4へ出力される信号のことであり、既に説明した第3信号S3のことである。

【0151】最後に、第2多成分型可変波長選択素子42の動作につき説明する。各第2多成分型可変波長選択素子42A、42B、42C及び42Dは、第61信号と第65信号とを合流させて、第66信号としてそれぞれ個別の第2伝送経路L2へ出力させる。第66信号は、第2Add/Drop経路L4から入力される信号とバイパス経路LBから入力される信号とを合流させた信号のことであり、既に説明した第4信号S4のことである。

【0152】第2周波数スイッチ素子の各々は、同一の第2多成分型可変波長選択素子に入力される第61信号の各々の波長と第65信号の各々の波長とが異なるように、第63信号を第64信号にそれぞれ波長変換させることができるから、同一波長の異なる信号が、同一の第2多成分型可変波長選択素子で同時に混ざることはいない。よって、各第2多成分型可変波長選択素子から出力される信号の各々は、互いに区別されることができる。

【0153】このような構成によれば、第1伝送経路L1、バイパス経路LB及び第2伝送経路L2の間の第1多成分型可変波長選択部40の素子数及び第2多成分型可変波長選択部42の素子数を少なくすることができるから、第1伝送経路L1、バイパス経路LB及び第2伝送経路L2の間を通過したことによる信号のパワーの損失を小さくすることができる。

【0154】また、光分岐器43かつ光結合器47は、波長選択素子部と比較して安価であるから、その分、安価な信号切り換え装置41を得ることができる。更に、第1周波数スイッチ44、光マトリックススイッチ45及び第2周波数スイッチ46の間で、信号が合流することはない。したがって、第1周波数スイッチ素子の各々44Aa~44Ad、44Ba~44Bd、44Ca~44Cd及び44Da~44Ddは波長変換素子を見える必要がないから、その分、安価な第1周波数スイッチ44を得ることができる。

【0155】また、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、設計に応じて種々の変更を加えることができる。

【0156】例えば、第1周波数スイッチ素子44Aa~44Ad、44Ba~44Bd、44Ca~44Cd及び44Da~44Ddの各々として可変波長変換素子を使用して、光マトリックススイッチ素子45a~45dの各々の代わりに、固定波長ルータ素子を使用して、及び第2周波数スイッチ素子46Aa~46Da、46Ab~46Db、46Ac~46Dc及び46Ad~46Ddの各々として可変波長変換素子を使用しても、信号切り換え装置41は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各第1周波数スイッチ素子の

可変波長変換素子は、波長変換された信号に対して、固定波長ルータ素子から出口（出力ポート）を指定する。ただし、固定波長ルータ素子とは、固定波長ルータ素子の出力ポートの各々からそれぞれ出力される信号の波長をあらかじめ定めている素子である。

【0157】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。

【0158】「第5の実施の形態」図6は、この発明の第5の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。この説明では、第5の実施の形態の光ノードを第5 10 光ノードと称する。

【0159】図6において、第5光ノードは、第1波長選択素子部100として第1多成分型可変波長選択素子部50、第2波長選択素子部200として第2多成分型可変波長選択素子部52及び信号切り換え装置300として信号切り換え装置51を具える。

【0160】更に、この信号切り換え装置51は、光分岐器53、周波数スイッチ54、光マトリックススイッチ55及び光結合器56を具える。

【0161】次に、各素子の個数を設定する。ただし、 20 各素子が、入出力ポート数を余すことなく1対1の関係で接続していれば、各素子の個数を任意に設定してよい。この図6に示す構成例の場合、第1多成分型可変波長選択素子部50は、4個の第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dを具える。光分岐器53は、4個の光分岐素子53A、53B、53C及び53Dを具える。周波数スイッチ54は、4×4個の周波数スイッチ素子54Aa～54Ad、54Ba～54Bd、54Ca～54Cd及び54Da～54Ddを具える（例えば、54Aa～54Adは、54Aa、 30 54Ab、54Ac及び54Adを意味する）。光マトリックススイッチ55は、4個の光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dを具える。光結合器56は、4個の光結合素子56A、56B、56C及び56Dを具える。第2多成分型可変波長選択素子部52は、4個の第2多成分型可変波長選択素子52A、52B、52C及び52Dを具える。

【0162】更に、各周波数スイッチ素子54Aa～54Ad、54Ba～54Bd、54Ca～54Cd及び 40 54Da～54Ddは、一成分型可変波長選択素子及び可変波長変換素子を具える。

【0163】次に、各素子の入力ポート数及び出力ポート数につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dは、1個の入力ポートと2個の出力ポートを具える。各光分岐素子53A、53B、53C及び53Dは、1個の入力ポートと4個の出力ポートを具える。各周波数スイッチ素子54Aa～54Ad、54Ba～54Bd、54Ca～54Cd及び54Da～54Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各光マトリックススイッチ素子 50

55a、55b、55c及び55dは4個の入力ポート及び4個の出力ポートを具える。各光結合素子56A、56B、56C及び56Dは、4個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。各第2多成分型可変波長選択素子52A、52B、52C及び52Dは、2個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。

【0164】次に、各素子の接続状態につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dの各出力ポートは、個別の第1Add/Drop 経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子53A、53B、53C及び53Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各光分岐素子53A、53B、53C及び53Dの各出力ポートは、各周波数スイッチ素子54Aa～54Ad、54Ba～54Bd、54Ca～54Cd及び54Da～54Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各周波数スイッチ素子54Aa～54Da、54Ab～54Db、54Ac～54Dc及び54Ad～54Ddの各出力ポートは、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dは各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある（例えば、54Aa～54Daは、54Aa、54Ba、54Ca及び54Daを意味する）。

【0165】各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dの各出力ポートは、各光結合素子56Aの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。同様に、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dの各出力ポートは、各光結合素子56Bの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。同様に、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dの各出力ポートは、各光結合素子56Cの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。同様に、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dの各出力ポートは、各光結合素子56Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。

【0166】各光結合素子56A、56B、56C及び56Dの各出力ポートは、個別の第2Add/Drop 経路L4をそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子52A、52B、52C及び52Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。また、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dの各出力ポートは、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子52A、52B、52C及び52Dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。

【0167】次に、第5光ノードの動作につき説明する。(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号が、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dに入力される例を説明する(M、Lは自然数

である)。

【0168】なお、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dにそれぞれ入力される多重波長信号の波長成分は、互いに異なっているてもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dにそれぞれ入力される多重波長信号の波長数は、互いに異なっているてもよい。また、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dに同時に多重波長信号がそれぞれ入力されなくてもよい。例えば、ある瞬間に、多重波長信号が第1多成分型可変波長選択素子50Aにのみ入力され、第1多成分型可変波長選択素子50B、50C及び50Dには入力されなくてもよい。

【0169】まず、第1多成分型可変波長選択素子部50の動作につき説明する。各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dは、それぞれ個別の第1伝送経路L1から入力される(M+L)個の波長成分を含む多重波長信号から、所望の波長成分を含む第70信号をそれぞれ選択して、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子53A、53B、53C及び53Dにそれぞれ出力させる。この所望の波長成分の信号の選択は、例えば、第1多成分型可変波長選択素子部50に駆動回路を設けて、第5光ノードの外部に位置するコンピュータの端末によって所望の波長に切り換えることによって行うことができる。コンピュータのメモリには、各信号の波長や各信号のルーティングのテーブルが組み込まれてあり、コンピュータはそのテーブルを参照して、第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dを制御できる。尚、この波長の選択切り換えの技術は、周知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。第70信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号S1のことであり、M個の波長成分を含む。同時に、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dは、前述した多重波長信号から第70信号の波長成分を除いた第71信号を、バイパス経路LBを介して、各第2多成分型可変波長選択素子52A、52B、52C及び52Dにそれぞれ出力させる。第71信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第2信号S2のことであり、L個の波長成分を含む。

【0170】なお、これら多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がない信号である場合、これら多重波長信号の各々はいずれも、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dから、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2多成分型可変波長選択素子52A、52B、52C及び52Dにそれぞれ出力される。逆に、多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行

う必要がある信号である場合、多重波長信号の各々はいずれも、各第1多成分型可変波長選択素子50A、50B、50C及び50Dから、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各光分岐素子53A、53B、53C及び53Dにそれぞれ出力される。

【0171】次に、信号切り換え装置51の動作につき説明する。各光分岐素子53A、53B、53C及び53Dは、第70信号のパワーを1/4ずつ等分配した第72信号を、各周波数スイッチ素子54Aa~54Ad、54Ba~54Bd、54Ca~54Cd及び54Da~54Ddにそれぞれ出力させる。第72信号の波長成分は、第70信号の波長成分と同じである。

【0172】続いて、各周波数スイッチ素子54Aa~54Da、54Ab~54Db、54Ac~54Dc及び54Ad~54Ddは、第72信号の各々から所望の1つの波長の第73信号をそれぞれ1個切り換え選択する。そして、各周波数スイッチ素子54Aa~54Da、54Ab~54Db、54Ac~54Dc及び54Ad~54Ddは、第73信号を所望の波長の第74信号にそれぞれ波長変換して、光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dにそれぞれ出力させる。

【0173】続いて、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dは、第74信号を、光結合素子56Aに振り分ける。同様に、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dは、第74信号を、光結合素子56Bに振り分ける。同様に、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dは、第74信号を、光結合素子56Cに振り分ける。同様に、各光マトリックススイッチ素子55a、55b、55c及び55dは、第74信号を、光結合素子56Dに振り分ける。

【0174】ただし、同一の光結合素子にそれぞれ接続される光マトリックススイッチ素子の各出力ポートから出力される信号の波長が互いに異なるように、周波数スイッチ素子54Aa~54Ad、54Ba~54Bd、54Ca~54Cd及び54Da~54Ddの各々は、第73信号を第74信号にそれぞれ波長変換する。例えば、各周波数スイッチ素子54Aa~54Ad、54Ba~54Bd、54Ca~54Cd及び54Da~54Ddは、各第73信号を、互いに異なる波長の第74信号にそれぞれ波長変換すればよい。よって、同一波長の異なる信号が、各光結合素子56A、56B、56C及び56Dで同時に混ざることが防ごうことができる。この所望の波長変換は、例えば、周波数スイッチ54に駆動回路を設けて、第5光ノードの外部に位置するコンピュータの端末によって所望の波長に切り換えることによって行うことができる。コンピュータのメモリには、各信号の波長や各信号のルーティングのテーブルが組み込まれてあり、コンピュータはそのテーブルを参照して、周

波数スイッチ素子 54Aa~54Ad、54Ba~54Bd、54Ca~54Cd 及び 54Da~54Dd を制御できる。なお、この波長の選択切り換えの技術は、周知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。

【0175】続いて、各光結合素子 56A、56B、56C 及び 56D は、第 74 信号の各々をそれぞれ合流させて、個別の第 2Add/Drop 経路 L4 をそれぞれ介して、第 75 信号として各第 2 多成分型可変波長選択素子 52A、52B、52C 及び 52D にそれぞれ出力させる。第 75 信号は、信号切り換え装置 51 から第 2Add/Drop 経路 L4 へ出力される信号のことであり、既に説明した第 3 信号 S3 のことである。

【0176】最後に、第 2 多成分型可変波長選択素子部 52 の動作につき説明する。各第 2 多成分型可変波長選択素子 52A、52B、52C 及び 52D は、第 71 信号の各々と第 75 信号の各々とをそれぞれ合流させて、第 76 信号としてそれぞれ個別の第 2 伝送経路 L2 へ出力させる。第 76 信号は、第 2Add/Drop 経路 L4 から入力される信号とバイパス経路 LB から入力される信号とを合流させた信号のことであり、既に説明した第 4 信号 S4 のことである。

【0177】ただし、周波数スイッチ素子の各々は、同一の第 2 多成分型可変波長選択素子にそれぞれ入力される第 71 信号の各々の波長と第 75 信号の各々の波長とが異なるように、第 73 信号を第 74 信号にそれぞれ波長変換させることができるから、同一波長の異なる信号が、同一の第 2 多成分型可変波長選択素子で同時に混ざることはない。よって、各第 2 多成分型可変波長選択素子から出力される信号の各々は、互いに区別されることができる。

【0178】このような構成によれば、第 1 伝送経路 L1、バイパス経路 LB 及び第 2 伝送経路 L2 の間の第 1 多成分型可変波長選択部 50 の素子数及び第 2 多成分型可変波長選択素子部 52 の素子数を少なくすることができるから、第 1 伝送経路 L1、バイパス経路 LB 及び第 2 伝送経路 L2 の間を通過したことによる信号のパワーの損失を小さくすることができる。また、光分岐器 53 及び光結合器 56 は、波長選択素子部と比較して安価であり、更に、信号切り換え装置 51 は、周波数スイッチ 54 を 1 つしか具えていないから、その分、安価でコンパクトな信号切り換え装置 51 を得ることができる。更に、周波数スイッチ 54 と光マトリックススイッチ 55 との間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチ 55 の中を通る各信号を所望の波長に切り換え設定することができる。したがって、光マトリックススイッチ 55 の中を通る各信号の波長を選択する自由度が大きくなる。

【0179】また、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、設計に応じて種々の変更を加えることができる。

【0180】例えば、光マトリックススイッチ素子 55a~55d の各々の代わりに、固定波長ルータ素子を使用しても、信号切り換え装置 51 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各周波数スイッチ素子の可変波長変換素子は、波長変換された信号に対して、固定波長ルータ素子から出口（出力ポート）を指定する。ただし、固定波長ルータ素子とは、固定波長ルータ素子の出力ポートの各々からそれぞれ出力される信号の波長をあらかじめ定めている素子である。

【0181】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。

【0182】また、例えば、光マトリックススイッチ素子 55a~55d の各々の代わりに、光スターカプラ素子を使用しても、信号切り換え装置 51 は、信号の経路をスイッチングすることができる。光スターカプラ素子を使用した場合、第 2 多成分型可変波長選択素子 52A~52D の各々は、第 2 伝送経路 L2 に出力すべき信号を第 75 信号の各々からそれぞれ選択して、該出力すべき信号を第 2 伝送経路 L2 にそれぞれ出力する。

【0183】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、光スターカプラは、固定波長ルータと比較して安価であるから、その分、安価な空間スイッチを得ることができる。

【0184】「第 6 の実施の形態」図 7 は、この発明の第 6 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。この説明では、第 6 の実施の形態の光ノードを第 6 光ノードと称する。

【0185】図 7 において、第 2 光ノードは、第 1 波長選択素子部 100 として第 1Add/Drop 型可変波長選択素子部 60、第 2 波長選択素子部 200 として第 2Add/Drop 型可変波長選択素子部 62 及び信号切り換え装置 300 として信号切り換え装置 61 を具える。

【0186】更に、この信号切り換え装置 61 は、周波数スイッチ 63 と光マトリックススイッチ 64 とを具える。

【0187】次に、各素子の個数を設定する。ただし、各素子が、入出力ポート数を余すことなく 1 対 1 の関係で接続していれば、各素子の個数を任意に設定してよい。この図 7 に示す構成例の場合、第 1Add/Drop 型可変波長選択素子部 60 は、4×4 個の第 1Add/Drop 型可変波長選択素子 60Aa~60Ad、60Ba~60Bd、60Ca~60Cd 及び 60Da~60Dd を具える。周波数スイッチ 63 は、4×4 個の周波数スイッチ素子 63Aa~63Ad、63Ba~63Bd、63Ca~63Cd 及び 63Da~63Dd を具える。光マトリックススイッチ 64 は 4 個の光マトリックススイッチ素子 64a、64b、64c 及び 64d を具える。第 2Add/Drop 型可変波長選択素子部

62は、4×4個の第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa~62Ad、62Ba~62Bd、62Ca~62Cd及び62Da~62Ddを具える。

【0188】更に、各周波数スイッチ素子63Aa~63Ad、63Ba~63Bd、63Ca~63Cd及び63Da~63Ddは、可変波長変換素子を具える。

【0189】次に、各素子の入力ポート数及び出力ポート数につき説明する。各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Aa~60Ad、60Ba~60Bd、60Ca~60Cd及び60Da~60Ddは、1個の入力ポート及び2個の出力ポートを具える。各周波数スイッチ素子63Aa~63Ad、63Ba~63Bd、63Ca~63Cd及び63Da~63Ddは、1個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。

【0190】各光マトリックススイッチ素子64a、64b、64c及び64dは、4個の入力ポート及び4個の出力ポートを具える。各第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa~62Ad、62Ba~62Bd、62Ca~62Cd及び62Da~62Ddは、2個の入力ポート及び1個の出力ポートを具える。

【0191】次に、各素子の接続状態につき説明する。各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Aa~60Ad、60Ba~60Bd、60Ca~60Cd及び60Da~60Ddの各出力ポートは、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、各周波数スイッチ素子63Aa~63Ad、63Ba~63Bd、63Ca~63Cd及び63Da~63Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各周波数スイッチ素子63Aa~63Da、63Ab~63Db、63Ac~63Dc及び63Ad~63Ddの各出力ポートは、各光マトリックススイッチ素子64a、64b、64c及び64dの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各光マトリックススイッチ素子64a、64b、64c及び64dの各出力ポートは、各第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa~62Da、62Ab~62Db、62Ac~62Dc及び62Ad~62Ddの各入力ポートと、1対1の関係で接続してある。各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ad~60Dd、60Ac~60Dc及び60Ab~60Dbの各出力ポートは、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ac~60Dc、60Ab~60Db及び60Aa~60Daの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Aa~60Daの各出力ポートは、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa~62Daの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。各第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa~62Da、62Ab~62Db及び62Ac~62Dcの各出力ポートは、各第2Add

/Drop型可変波長選択素子62Ab~62Db、62Ac~62Dc及び62Ad~62Ddの各入力ポートと、1対1の関係でそれぞれ接続してある。

【0192】次に、第6光ノードの動作につき説明する。K個の波長成分を含む多重波長信号が、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ad、60Bd、60Cd及び60Ddに入力される例を説明する（Kは自然数）。

【0193】なお、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ad、60Bd、60Cd及び60Ddにそれぞれ入力される多重波長信号の波長成分は、互いに異なってもよい。また、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ad、60Bd、60Cd及び60Ddにそれぞれ入力される多重波長信号の波長数は、互いに異なってもよい。また、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ad、60Bd、60Cd及び60Ddに同時に多重波長信号がそれぞれ入力しなくてもよい。例えば、ある瞬間に、多重波長信号が第1Add/Drop型可変波長選択素子60Adにのみ入力され、第1多成分型可変波長選択素子60Bd、60Cd及び60Ddには入力されなくてもよい。

【0194】まず、第1Add/Drop型可変波長選択素子部60の動作につき説明する。各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ad、60Bd、60Cd及び60Ddは、それぞれ個別の第1伝送経路L1から入力される多重波長信号の各々から、所望の1つの波長の第80信号をそれぞれ選択し、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、第80信号を各周波数スイッチ素子63Ad、63Bd、63Cd及び63Ddにそれぞれ出力させる。第80信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号S1のことである。同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ad、60Bd、60Cd及び60Ddは、入力される多重波長信号から第80信号の波長成分を除いた第81信号を、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ac、60Bc、60Cc及び60Dcにそれぞれ出力させる。

【0195】続いて、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ac、60Bc、60Cc及び60Dcは、第81信号の各々から、所望の1つの波長の第82信号をそれぞれ選択し、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、第82信号を各周波数スイッチ素子63Ac、63Bc、63Cc及び63Dcにそれぞれ出力させる。第82信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号S1のことである。同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ac、60Bc、60Cc及び60Dcは、第81信号から第82信号の波長成分を除いた第83信号を、各第1

Add/Drop型可変波長選択素子60Ab、60Bb、60Cb及び60Dbにそれぞれ出力させる。

【0196】続いて、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ab、60Bb、60Cb及び60Dbは、第83信号の各々から、所望の1つの波長の第84信号をそれぞれ選択し、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、第84信号を各周波数スイッチ素子63Ab、63Bb、63Cb及び63Dbにそれぞれ出力させる。第84信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号S1のことであり、同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Ab、60Bb、60Cb及び60Dbは、第83信号から第84信号の波長成分を除いた第85信号を、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Aa、60Ba、60Ca及び60Daにそれぞれ出力させる。

【0197】続いて、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Aa、60Ba、60Ca及び60Daは、第85信号の各々から、所望の1つの波長の第86信号をそれぞれ選択し、個別の第1Add/Drop経路L3をそれぞれ介して、第86信号を各周波数スイッチ素子63Aa、63Ba、63Ca及び63Daにそれぞれ出力させる。第86信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第1信号のことであり、同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子60Aa、60Ba、60Ca及び60Daは、第85信号から第86信号の波長成分を除いた第87信号を、個別のバイパス経路LBをそれぞれ介して、各第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa、62Ba、62Ca及び62Daにそれぞれ出力させる。第87信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第2信号S2のことであり、

【0198】次に、信号切り換え装置61の動作につき説明する。各周波数スイッチ素子63Aa～63Da、63Ab～63Db、63Ac～63Dc及び63Ad～63Ddは、第86信号、第84信号、第82信号及び第80信号を、所望の第88信号にそれぞれ波長変換して、各光マトリックススイッチ素子64a、64b、64c及び64dにそれぞれ出力させる。

【0199】続いて、各光マトリックススイッチ素子64a、64b、64c及び64dは、第88信号を、各第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa～62Da、62Ab～62Db、62Ac～62Dc及び62Ad～62Ddにそれぞれ振り分ける。

【0200】ただし、同一の第2伝送経路L2にそれぞれ接続される第2Add/Drop可変波長選択素子の各々にそれぞれ接続される各光マトリックススイッチ素子の各出力ポートから出力される信号の波長が互いに異

なるように、周波数スイッチ素子63Aa～63Da、63Ab～63Db、63Ac～63Dc及び63Ad～63Ddの各々は、第86信号、第84信号、第82信号及び第80信号を、第88信号にそれぞれ波長変換する。例えば、周波数スイッチ素子63Aa～63Da、63Ab～63Db、63Ac～63Dc及び63Ad～63Ddの各々は、第86信号、第84信号、第82信号及び第80信号を、互いに異なる波長の第88信号にそれぞれ波長変換すればよい。よって、同一波長の異なる信号が、同一の第2伝送経路L2上で同時に混ざること防ぐことができる。この波長変換は、例えば、周波数スイッチ63に駆動回路を設けて、第6光ノードの外部に位置するコンピュータの端末によって所望の波長に切り換えることによって行うことができる。コンピュータのメモリには、各信号の波長や各信号のルーティングのテーブルが組み込まれてあり、コンピュータはそのテーブルを参照して、周波数スイッチ素子63Aa～63Ad、63Ba～63Bd、63Ca～63Cd及び63Da～63Ddを制御できる。なお、この波長の変換切り換えの技術は、周知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。なお、光マトリックススイッチ64によって振り分けられた第88信号は、信号切り換え装置61から第2Add/Drop経路L4へ出力される信号のことであり、既に説明した第3信号S3のことであり、

【0201】最後に、第2Add/Drop型可変波長選択素子部62の動作につき説明する。第2Add/Drop型可変波長選択素子62Aa～62Ad、62Ba～62Bd、62Ca～62Cd及び62Da～62Ddは、第87信号と第88信号とを合流させて、第89信号として、それぞれ個別の第2伝送経路L2へ出力させる。第89信号は、第2Add/Drop経路L4から入力される信号とバイパス経路LBから入力される信号とを合流させた信号のことであり、既に説明した第4信号S4のことであり、

【0202】ただし、周波数スイッチ素子63Aa～63Da、63Ab～63Db、63Ac～63Dc及び63Ad～63Ddの各々は、同一の第2伝送経路L2にそれぞれ入力される第87信号の各々の波長と第88信号の各々の波長とが異なるように、第86信号、第84信号、第82信号及び第80信号を、第88信号にそれぞれ波長変換させることができるから、同一波長の異なる信号が、同一の第2伝送経路L2上で同時に混ざることはない。よって、各第2伝送経路L2上の信号の各々は、互いに区別されることができる。

【0203】このような構成によれば、第1Add/Drop型可変波長選択素子60Aa～60Ad、60Ba～60Bd、60Ca～60Cd及び60Da～60Ddの各々から出力される信号は1つであるから、信号切り換え装置61に波長選択素子を設ける必要はない。ま

た、光分岐器及び光結合器が具えられていないので、光分岐器及び光結合器を通過したことによる信号のパワーの損失（分配損失）をなくすることができる。また、信号切り換え装置 61 は、周波数スイッチ 63 と光マトリックススイッチ 64 としか具えずして、信号の経路のスイッチングをすることができる。よって、その分、安価でコンパクトな信号切り換え装置 61 を得ることができる。更に、周波数スイッチ 63 と光マトリックススイッチ 64 との間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチ 64 の中を通る各信号を所望の波長に切り換え設定することができる。したがって、光マトリックススイッチ 64 の中を通る各信号の波長を選択する自由度が大きくなる。更に、入力側と出力側とを入れ替えてもよい。すなわち、入力側を第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子部 62 にして、かつ、出力側を第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子部 60 にしてもよい。

【0204】また、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、設計に応じて種々の変更を加えることができる。

【0205】例えば、光マトリックススイッチ素子 64 a ~ 64 d の代わりに、固定波長ルータ素子を使用して、信号切り換え装置 61 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各周波数スイッチ素子の可変波長変換素子は、波長変換された信号に対して、固定波長ルータ素子から出口（出力ポート）を指定する。ただし、固定波長ルータ素子とは、固定波長ルータ素子の出力ポートの各々からそれぞれ出力される信号の波長をあらかじめ定めている素子である。

【0206】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。更に、周波数スイッチ素子 63 A a ~ 63 A d、63 B a ~ 63 B d、63 C a ~ 63 C d 及び 63 D a ~ 63 D d の各々は、波長選択素子を用意する必要があるから、その分、安価な周波数スイッチ 63 を得ることができる。

【0207】「第 7 の実施の形態」図 8 は、この発明の第 7 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。この説明では、第 7 の実施の形態の光ノードを第 7 光ノードと称する。

【0208】図 8 において、第 7 光ノードは、第 1 波長選択素子部 100 として第 1 多成分型可変波長選択素子部 70、第 2 波長選択素子部 200 として第 2 多成分型可変波長選択素子部 72 及び信号切り換え装置 300 として信号切り換え装置 71 を具える。

【0209】第 1 多成分型可変波長選択素子部 70 及び第 2 多成分型可変波長選択素子部 72 は、「第 1 の実施の形態」で既に述べた第 1 多成分型可変波長選択素子部 10 及び第 2 多成分型可変波長選択素子部 12 とそれぞれ同じ選択素子部である。

【0210】更に、この信号切り換え装置 71 は、第 1

Add/Drop 型可変波長選択素子部 73、周波数スイッチ 74、光マトリックススイッチ 75、及び第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子部 76 を具える。

【0211】次に、各素子の個数を設定する。ただし、各素子が、入出力ポート数を余すことなく 1 対 1 の関係で接続していれば、各素子の個数を任意に設定してよい。この図 8 に示す構成例の場合、第 1 多成分型可変波長選択素子部 70 は、4 個の第 1 多成分型可変波長選択素子 70 A ~ 70 D を具える。第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子部 73 は、4 × 4 個の第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 73 A a ~ 73 A d、73 B a ~ 73 B d、73 C a ~ 73 C d 及び 73 D a ~ 73 D d を具える。周波数スイッチ 74 は、4 × 4 個の周波数スイッチ素子 74 A a ~ 74 A d、74 B a ~ 74 B d、74 C a ~ 74 C d 及び 74 D a ~ 74 D d を具える。光マトリックススイッチ 75 は、4 個の光マトリックススイッチ素子 75 a ~ 75 d を具える。第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子部 76 は、4 × 4 個の第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 76 A a ~ 76 A d、76 B a ~ 76 B d、76 C a ~ 76 C d 及び 76 D a ~ 76 D d を具える。第 2 多成分型可変波長選択素子部 72 は、4 個の第 2 多成分型可変波長選択素子 72 A ~ 72 D を具える。

【0212】更に、各周波数スイッチ素子 74 A a ~ 74 A d、74 B a ~ 74 B d、74 C a ~ 74 C d 及び 74 D a ~ 74 D d は、可変波長変換素子を用意する。

【0213】次に、各素子の入力ポート数及び出力ポート数につき説明する。各第 1 多成分型可変波長選択素子 70 A ~ 70 D は、1 個の入力ポート及び 2 個の出力ポートを具える。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 73 A a ~ 73 A c、73 B a ~ 73 B c、73 C a ~ 73 C c 及び 73 D a ~ 73 D c は、1 個の入力ポート及び 2 個の出力ポートを具える。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 73 A d ~ 73 D d は、1 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを具える。各周波数スイッチ素子 74 A a ~ 74 A d、74 B a ~ 74 B d、74 C a ~ 74 C d 及び 74 D a ~ 74 D d は、1 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを具える。各光マトリックススイッチ素子 75 a ~ 75 d は、4 個の入力ポート及び 4 個の出力ポートを具える。各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 76 A a ~ 76 A c、76 B a ~ 76 B c、76 C a ~ 76 C c 及び 76 D a ~ 76 D c は、2 個の入力ポート及び 1 個の出力ポートを具える。各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 76 A d ~ 76 D d は、1 個の入力ポートと 1 個の出力ポートを具える。各第 2 多成分型可変波長選択素子 72 A ~ 72 D は、2 個の入力ポートと 1 個の出力ポートを具える。

【0214】次に、各素子の接続状態につき接続する。各第 1 多成分型可変波長選択素子 70 A ~ 70 D の各出

力ポートは、個別の第 1 Add/Drop 経路 L 3 をそれぞれ介して、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 3 A a ~ 7 3 D a の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 3 A a ~ 7 3 A c、7 3 B a ~ 7 3 B c、7 3 C a ~ 7 3 C c 及び 7 3 D a ~ 7 3 D c の各出力ポートは、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 3 A b ~ 7 3 A d、7 3 B b ~ 7 3 B d、7 3 C b ~ 7 3 C d 及び 7 3 D b ~ 7 3 D d の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 3 A a ~ 7 3 A d、7 3 B a ~ 7 3 B d、7 3 C a ~ 7 3 C d 及び 7 3 D a ~ 7 3 D d の各出力ポートは、各周波数スイッチ素子 7 4 A a ~ 7 4 A d、7 4 B a ~ 7 4 B d、7 4 C a ~ 7 4 C d 及び 7 4 D a ~ 7 4 D d の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各周波数スイッチ素子 7 4 A a ~ 7 4 D a、7 4 A b ~ 7 4 D b、7 4 A c ~ 7 4 D c 及び 7 4 A d ~ 7 4 D d の各出力ポートは、光マトリックススイッチ素子 7 5 a、7 5 b、7 5 c 及び 7 5 d の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各光マトリックススイッチ素子 7 5 a、7 5 b、7 5 c 及び 7 5 d の各出力ポートは、各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 6 A a ~ 7 6 D a、7 6 A b ~ 7 6 D b、7 6 A c ~ 7 6 D c 及び 7 6 A d ~ 7 6 D d の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 6 A d ~ 7 6 A b、7 6 B d ~ 7 6 B b、7 6 C d ~ 7 6 C b 及び 7 6 D d ~ 7 6 D b の各出力ポートは、各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 6 A c ~ 7 6 A a、7 6 B c ~ 7 6 B a、7 6 C c ~ 7 6 C a 及び 7 6 D c ~ 7 6 D a の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある（例えば、7 6 A c ~ 7 6 A a は、7 6 A c、7 6 A b 及び 7 6 A a を意味する）。各第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 6 A a ~ 7 6 D a の各出力ポートは、個別の第 2 Add/Drop 経路 L 4 をそれぞれ介して、各第 2 多成分型可変波長選択素子 7 2 A ~ 7 2 D の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A ~ 7 0 D の各出力ポートは、個別のバイパス経路 L B をそれぞれ介して、各第 2 多成分型可変波長選択素子 7 2 A ~ 7 2 D の各入力ポートと、1 対 1 の関係でそれぞれ接続してある。

【0215】次に、第 7 光ノードの動作につき説明する。(M+L) 個の波長成分を含む多重波長信号が、各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D に入力される例を説明する (M、L は自然数である)。

【0216】なお、各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D にそれぞれ入力される多重波長信号の波長成分は、互いに異なってもよい

い。また、各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D にそれぞれ入力される多重波長信号の波長数は、互いに異なってもよい。また、各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D に同時に多重波長信号がそれぞれ入力しなくてもよい。例えば、ある瞬間に、多重波長信号が第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A にのみ入力され、第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D には入力されなくてもよい。

【0217】まず、第 1 多成分型可変波長選択素子部 7 0 の動作につき説明する。各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D は、それぞれ個別の第 1 伝送経路 L 1 から入力される (M+L) 個の波長成分を含む多重波長信号から、所望の波長成分を含む第 9 0 信号をそれぞれ選択して、個別の第 1 Add/Drop 経路 L 3 をそれぞれ介して、各第 1 Add/Drop 型可変波長素子 7 3 A a、7 3 B a、7 3 C a 及び 7 3 D a にそれぞれ出力させる。第 9 0 信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がある波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第 1 信号 S 1 のことである。同時に、各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D は、多重波長信号から第 9 0 信号の波長成分を除いた第 9 1 信号を、個別のバイパス経路 L B をそれぞれ介して、各第 2 多成分型可変波長選択素子 7 2 A、7 2 B、7 2 C 及び 7 2 D にそれぞれ出力させる。第 9 1 信号は、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号のことであり、すなわち既に説明した第 2 信号 S 2 のことである。

【0218】なお、これら多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がない信号である場合、これら多重波長信号の各々はいずれも、各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D から、個別のバイパス経路 L B をそれぞれ介して、各第 2 多成分型可変波長選択素子 7 2 A、7 2 B、7 2 C 及び 7 2 D にそれぞれ出力される。逆に、多重波長信号の各々がいずれも、伝送経路のスイッチングを行う必要がある信号である場合、多重波長信号の各々はいずれも、各第 1 多成分型可変波長選択素子 7 0 A、7 0 B、7 0 C 及び 7 0 D から、第 1 Add/Drop 経路 L 3 を介して、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 3 A a、7 3 B a、7 3 C a 及び 7 3 D a にそれぞれ出力される。

【0219】次に、信号切り換え装置 7 1 の動作につき説明する。各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 3 A a、7 3 B a、7 3 C a 及び 7 3 D a は、第 9 0 信号の各々から、所望の 1 つの波長の第 9 2 信号をそれぞれ選択し、各第 9 2 信号を各周波数スイッチ素子 7 4 A a、7 4 B a、7 4 C a 及び 7 4 D a にそれぞれ出力させる。同時に、各第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子 7 3 A a、7 3 B a、7 3 C a 及び 7 3 D a は、

第90信号から第92信号の波長成分を除いた第93信号を、各第1Add/Drop型可変波長選択素子71Ab、73Bb、73Cb及び73Dbにそれぞれ出力させる。

【0220】続いて、各第1Add/Drop型可変波長選択素子73Ab、73Bb、73Cb及び73Dbは、第93信号の各々から、所望の1つの波長の第94信号をそれぞれ選択し、各第94信号を各周波数スイッチ素子74Ab、74Bb、74Cb及び74Dbにそれぞれ出力させる。同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子73Ab、73Bb、73Cb及び73Dbは、第93信号から第94信号の波長成分を除いた第95信号を、各第1Add/Drop型可変波長選択素子73Ac、73Bc、73Cc及び73Dcにそれぞれ出力させる。

【0221】続いて、各第1Add/Drop型可変波長選択素子73Ac、73Bc、73Cc及び73Dcは、第95信号の各々から、所望の1つの波長の第96信号をそれぞれ選択し、各第96信号を各周波数スイッチ素子74Ac、74Bc、74Cc及び74Dcにそれぞれ出力させる。同時に、各第1Add/Drop型可変波長選択素子73Ac、73Bc、73Cc及び73Dcは、第95信号から第96信号の波長成分を除いた第97信号を、各第1Add/Drop型可変波長選択素子73Ad、73Bd、73Cd及び73Ddにそれぞれ出力させる。

【0222】続いて、各第1Add/Drop型可変波長選択素子73Ad、73Bd、73Cd及び73Ddは、第97信号の各々から、所望の1つの波長の第98信号をそれぞれ選択し、各第98信号を各周波数スイッチ素子74Ad、74Bd、74Cd及び74Ddにそれぞれ出力させる。

【0223】続いて、各周波数スイッチ素子74Aa～74Da、74Ab～74Db、74Ac～74Dc及び74Ad～74Ddは、第92信号、第94信号、第96信号及び第98信号を、所望の第99信号にそれぞれ波長変換して、各光マトリックススイッチ素子75a、75b、75c及び75dにそれぞれ出力させる。

【0224】続いて、光マトリックススイッチ素子75a、75b、75c及び75dは、第99信号を、各第2Add/Drop素子76Aa～76Da、76Ab～76Db、76Ac～76Dc及び76Ad～76Ddにそれぞれ振り分ける。

【0225】ただし、同一の多成分型可変波長選択素子にそれぞれ接続される第2Add/Drop型可変波長選択素子にそれぞれ接続される各光マトリックススイッチ素子の各出力ポートからそれぞれ出力される信号の波長が互いに異なるように、周波数スイッチ素子74Aa～74Da、74Ab～74Db、74Ac～74Dc及び74Ad～74Ddの各々は、第92信号、第94

信号、第96信号、第98信号を第99信号にそれぞれ波長変換する。例えば、周波数スイッチ素子74Aa～74Da、74Ab～74Db、74Ac～74Dc及び74Ad～74Ddの各々は、第92信号、第94信号、第96信号、第98信号を、互いに異なる第99信号にそれぞれ波長変換すればよい。よって、同一波長の異なる信号が、同一の第2多成分型可変波長選択素子で同時に混ざること防ぐことができる。この所望の波長成分への信号の波長変換は、例えば、周波数スイッチ74に駆動回路を設けて、第7光ノードの外部に位置するコンピュータの端末によって所望の波長に切り換えることによって行うことができる。コンピュータのメモリには、各信号の波長や各信号のルーティングのテーブルが組み込まれてあり、コンピュータはそのテーブルを参照して、周波数スイッチ素子74Aa～74Ad、74Ba～74Bd、74Ca～74Cd及び74Da～74Ddを制御できる。なお、この波長変換の切り換えの技術は、周知の技術であるので、その詳細な説明は省略する。

【0226】続いて、各第2Add/Drop型可変波長選択素子76Aa～76Ad、76Ba～76Bd、76Ca～76Cd及び76Da～76Ddは、第99信号の各々をそれぞれ合流させて、個別の第2Add/Drop経路L4をそれぞれ介して、第100信号として各第2多成分型可変波長選択素子72A、72B、72C及び72Dにそれぞれ出力させる。第100信号は、信号切り換え装置71から第2Add/Drop経路L4へ出力される信号のことであり、既に説明した第3信号S3のことである。

【0227】最後に、第2多成分型可変波長選択素子部72の動作につき説明する。

【0228】各第2多成分型可変波長選択素子72A、72B、72C及び72Dは、第91信号と第100信号とを合流させて、第101信号としてそれぞれ個別の第2伝送経路L2へ出力させる。第101信号は、第2Add/Drop経路L4から入力される信号とバイパス経路LBから入力される信号とを合流させた信号のことであり、既に説明した第4信号S4のことである。

【0229】ただし、同一の第2多成分型可変波長選択素子にそれぞれ入力される第91信号の各々の波長と第100信号の各々の波長とが異なるように、周波数スイッチ素子74Aa～74Da、74Ab～74Db、74Ac～74Dc及び74Ad～74Ddの各々は、第92信号、第94信号、第96信号及び第98信号を、第99信号にそれぞれ波長変換させることができるから、同一波長の異なる信号が、同一の第2多成分型可変波長選択素子で同時に混ざることはない。よって、各第2多成分型可変波長選択素子から出力される信号の各々は、互いに区別されることができる。

【0230】このような構成によれば、第1伝送経路L

1、バイパス経路 L B 及び第 2 伝送経路 L 2 の間の第 1 多成分型可変波長選択素子の数を少なくすることができるから、第 1 伝送経路 L 1、バイパス経路 L B 及び第 2 伝送経路 L 2 の間を通過したことによる信号のパワーの損失を小さくすることができる。また、光分岐器及び光結合器が具えられていないので、光分岐器及び光結合器を通過したことによる信号のパワーの損失（分配損失）をなくすることができる。更に、周波数スイッチ 7 4 が 1 つしか具えられていないので、安価でコンパクトな信号切り換え装置を得ることができる。更に、周波数スイッチ 7 4 と光マトリックススイッチ 7 5 との間で、信号が合流することはないから、光マトリックススイッチ 7 5 の中を通る各信号を所望の波長に切り換え設定することができる。したがって、光マトリックススイッチ 7 5 の中を通る各信号の波長を選択する自由度が大きくなる。更に、入力側と出力側とを入れ替えてもよい。すなわち、入力側を第 2 多成分型可変波長選択素子部 7 2 にして、かつ、出力側を第 1 多成分型可変波長選択素子部 7 0 にしてもよい。

【0231】また、この発明は、上述した実施の形態にのみ限定されるものではなく、設計に応じて種々の変更を加えることができる。

【0232】例えば、光マトリックススイッチ素子 7 5 a ~ 7 5 d の代わりに、固定波長ルータ素子を使用しても、信号切り換え装置 7 1 は、信号の経路をスイッチングすることができる。すなわち、各周波数スイッチ素子の可変波長変換素子は、波長変換された信号に対して、固定波長ルータ素子から出口（出力ポート）を指定する。ただし、固定波長ルータ素子とは、固定波長ルータ素子の出力ポートの各々からそれぞれ出力される信号の波長をあらかじめ定めている素子である。

【0233】このような構成によれば、入力された信号を所望の出力ポートへ出力することができる。

【0234】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、この発明の光ノードによれば、伝送経路のスイッチングを行う必要がない波長成分の信号は、信号切り換え装置を通過されずに、第 2 伝送経路へ出力されることができるから、その分、信号のパワーは減衰せず、信号の質が劣化しないで済む。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の光ノードの概念図である。

【図 2】この発明の第 1 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。

【図 3】この発明の第 2 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。

【図 4】この発明の第 3 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。

【図 5】この発明の第 4 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。

【図 6】この発明の第 5 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。

【図 7】この発明の第 6 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。

【図 8】この発明の第 7 の実施の形態の光ノードの構成例を示した図である。

【符号の説明】

10：第 1 多成分型可変波長選択素子部

10A ~ 10D：第 1 多成分型可変波長選択素子

11：信号切り換え装置

12：第 2 多成分型可変波長選択素子部

12A ~ 12D：第 2 多成分型可変波長選択素子

13：光分岐器

13A ~ 13D：光分岐素子

14：第 1 周波数スイッチ

14Aa ~ 14Ad、14Ba ~ 14Bd、14Ca ~ 14Cd、14Da ~ 14Dd：第 1 周波数スイッチ素子

15：光マトリックススイッチ

15a ~ 15d：光マトリックススイッチ素子

16：第 2 周波数スイッチ

16Aa ~ 16Ad、16Ba ~ 16Bd、16Ca ~ 16Cd、16Da ~ 16Dd：第 2 周波数スイッチ素子

17：光結合器

17A ~ 17B：光結合素子

20：第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子部

20Aa ~ 20Ad、20Ba ~ 20Bd、20Ca ~ 20Cd、20Da ~ 20Dd：第 1 Add/Drop 型可変波長選択素子

21：信号切り換え装置

22：第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子部

22Aa ~ 22Ad、22Ba ~ 22Bd、22Ca ~ 22Cd、22Da ~ 22Dd：第 2 Add/Drop 型可変波長選択素子

23：第 1 周波数スイッチ

23Aa ~ 23Ad、23Ba ~ 23Bd、23Ca ~ 23Cd、23Da ~ 23Dd：第 1 周波数スイッチ素子

24：光マトリックススイッチ

24a ~ 24d：光マトリックススイッチ素子

25：第 2 周波数スイッチ

25Aa ~ 25Ad、25Ba ~ 25Bd、25Ca ~ 25Cd、25Da ~ 25Dd：第 2 周波数スイッチ素子

30：第 1 多成分型可変波長選択素子部

30A ~ 30D：第 1 多成分型可変波長選択素子

31：信号切り換え装置

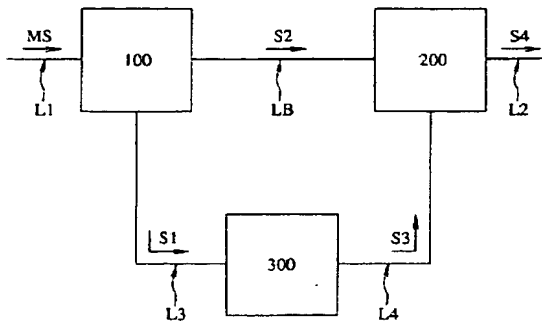
32：第 2 多成分型可変波長選択素子部

32A ~ 32D：第 2 多成分型可変波長選択素子

3 3 : 第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部
 3 3 A a ~ 3 3 A d 、 3 3 B a ~ 3 3 B d 、 3 3 C a ~
 3 3 C d 、 3 3 D a ~ 3 3 D d : 第 1 A d d / D r o p
 型可変波長選択素子
 3 4 : 第 1 周波数スイッチ
 3 4 A a ~ 3 4 A d 、 3 4 B a ~ 3 4 B d 、 3 4 C a ~
 3 4 C d 、 3 4 D a ~ 3 4 D d : 第 1 周波数スイッチ素
 子
 3 5 : 光マトリックススイッチ
 3 5 a ~ 3 5 d : 光マトリックススイッチ素子
 3 6 : 第 2 周波数スイッチ
 3 6 A a ~ 3 6 A d 、 3 6 B a ~ 3 6 B d 、 3 6 C a ~
 3 6 C d 、 3 6 D a ~ 3 6 D d : 第 2 周波数スイッチ素
 子
 3 7 : 第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部
 3 7 A a ~ 3 7 A d 、 3 7 B a ~ 3 7 B d 、 3 7 C a ~
 3 7 C d 、 3 7 D a ~ 3 7 D d : 第 2 A d d / D r o p
 型可変波長選択素子
 4 0 : 第 1 多成分型可変波長選択素子部
 4 0 A ~ 4 0 D : 第 1 多成分型可変波長選択素子
 4 1 : 信号切り換え装置
 4 2 : 第 2 多成分型可変波長選択素子部
 4 2 A ~ 4 2 D : 第 2 多成分型可変波長選択素子
 4 3 : 光分岐器
 4 3 A ~ 4 3 D : 光分岐素子
 4 4 : 第 1 周波数スイッチ
 4 4 A a ~ 4 4 A d 、 4 4 B a ~ 4 4 B d 、 4 4 C a ~
 4 4 C d 、 4 4 D a ~ 4 4 D d : 第 1 周波数スイッチ素
 子
 4 5 : 光マトリックススイッチ
 4 5 a ~ 4 5 d : 光マトリックススイッチ素子
 4 6 : 第 2 周波数スイッチ
 4 6 A a ~ 4 6 A d 、 4 6 B a ~ 4 6 B d 、 4 6 C a ~
 4 6 C d 、 4 6 D a ~ 4 6 D d : 第 2 周波数スイッチ素
 子
 4 7 : 光結合器
 4 7 A ~ 4 7 B : 光結合素子
 5 0 : 第 1 多成分型可変波長選択素子部
 5 0 A ~ 5 0 D : 第 1 多成分型可変波長選択素子
 5 1 : 信号切り換え装置
 5 2 : 第 2 多成分型可変波長選択素子部
 5 2 A ~ 5 2 D : 第 2 多成分型可変波長選択素子
 5 3 : 光分岐器
 5 3 A ~ 5 3 D : 光分岐素子
 5 4 : 周波数スイッチ
 5 4 A a ~ 5 4 A d 、 5 4 B a ~ 5 4 B d 、 5 4 C a ~
 5 4 C d 、 5 4 D a ~ 5 4 D d : 周波数スイッチ素子
 5 5 : 光マトリックススイッチ

5 5 a ~ 5 5 d : 光マトリックススイッチ素子
 5 6 : 光結合器
 5 6 A ~ 5 6 B : 光結合素子
 6 0 : 第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部
 6 0 A a ~ 6 0 A d 、 6 0 B a ~ 6 0 B d 、 6 0 C a ~
 6 0 C d 、 6 0 D a ~ 6 0 D d : 第 1 A d d / D r o p
 型可変波長選択素子
 6 1 : 信号切り換え装置
 6 2 : 第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部
 6 2 A a ~ 6 2 A d 、 6 2 B a ~ 6 2 B d 、 6 2 C a ~
 6 2 C d 、 6 2 D a ~ 6 2 D d : 第 2 A d d / D r o p
 型可変波長選択素子
 6 3 : 周波数スイッチ
 6 3 A a ~ 6 3 A d 、 6 3 B a ~ 6 3 B d 、 6 3 C a ~
 6 3 C d 、 6 3 D a ~ 6 3 D d : 周波数スイッチ素子
 6 4 : 光マトリックススイッチ
 6 4 a ~ 6 4 d : 光マトリックススイッチ素子
 7 0 : 第 1 多成分型可変波長選択素子部
 7 0 A ~ 7 0 D : 第 1 多成分型可変波長選択素子
 7 1 : 信号切り換え装置
 7 2 : 第 2 多成分型可変波長選択素子部
 7 2 A ~ 7 2 D : 第 2 多成分型可変波長選択素子
 7 3 : 第 1 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部
 7 3 A a ~ 7 3 A d 、 7 3 B a ~ 7 3 B d 、 7 3 C a ~
 7 3 C d 、 7 3 D a ~ 7 3 D d : 第 1 A d d / D r o p
 型可変波長選択素子
 7 4 : 周波数スイッチ
 7 4 A a ~ 7 4 A d 、 7 4 B a ~ 7 4 B d 、 7 4 C a ~
 7 4 C d 、 7 4 D a ~ 7 4 D d : 周波数スイッチ素子
 7 5 : 光マトリックススイッチ
 7 5 a ~ 7 5 d : 光マトリックススイッチ素子
 7 6 : 第 2 A d d / D r o p 型可変波長選択素子部
 7 6 A a ~ 7 6 A d 、 7 6 B a ~ 7 6 B d 、 7 6 C a ~
 7 6 C d 、 7 6 D a ~ 7 6 D d : 第 2 A d d / D r o p
 型可変波長選択素子
 1 0 0 : 第 1 波長選択素子部
 2 0 0 : 第 2 波長選択素子部
 3 0 0 : 信号切り換え装置
 M S : 多重波長信号
 S 1 : 第 1 信号
 S 2 : 第 2 信号
 S 3 : 第 3 信号
 S 4 : 第 4 信号
 L 1 : 第 1 伝送経路
 L 2 : 第 2 伝送経路
 L 3 : 第 1 A d d / D r o p 経路
 L 4 : 第 2 A d d / D r o p 経路
 L B : バイパス経路

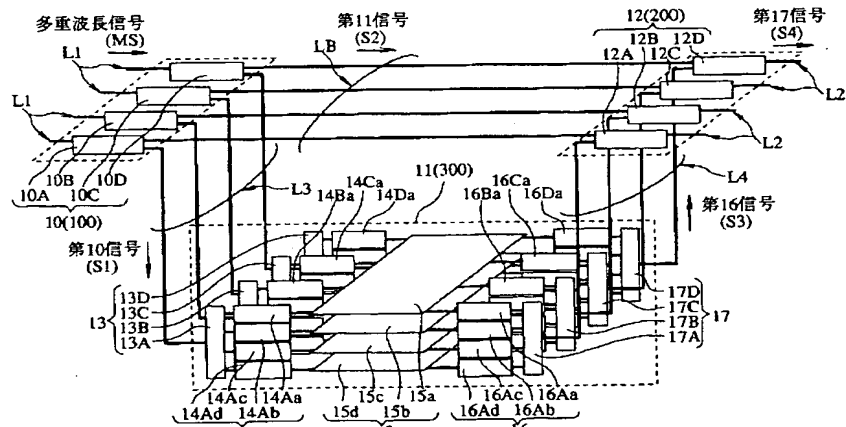
【図 1】



- 100: 第1波長選択素子部 200: 第2波長選択素子部
 300: 信号切り換え装置 MS: 多重波長信号
 S1: 第1信号 S2: 第2信号
 S3: 第3信号 S4: 第4信号
 L1: 第1伝送経路 L2: 第2伝送経路
 L3: 第1Add/Drop経路 L4: 第2Add/Drop経路
 LB: バイパス経路

この発明の光ノードの概念図

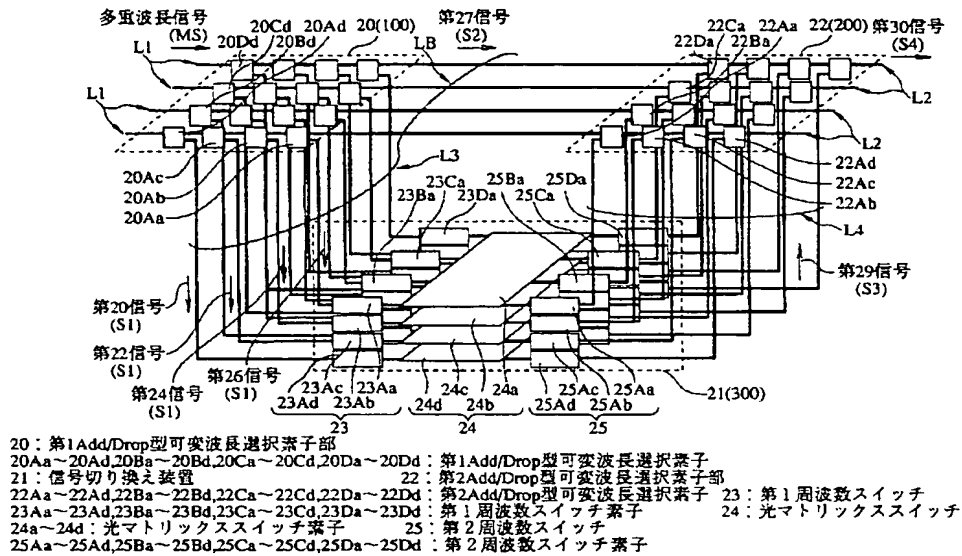
【図 2】



- 10: 第1多成分型可変波長選択素子部 10A~10D: 第1多成分型可変波長選択素子 11: 信号切り換え装置
 12: 第2多成分型可変波長選択素子部 12A~12D: 第2多成分型可変波長選択素子 13: 光分岐器
 13A~13D: 光分岐素子 14: 第1周波数スイッチ 15: 光マトリックススイッチ
 14Aa~14Ad, 14Ba~14Bd, 14Ca~14Cd, 14Da~14Dd: 第1周波数スイッチ素子 16: 第2周波数スイッチ
 15a~15d: 光マトリックススイッチ素子 16Aa~16Ad, 16Ba~16Bd, 16Ca~16Cd, 16Da~16Dd: 第2周波数スイッチ素子
 17: 光結合器 17A~17D: 光結合素子

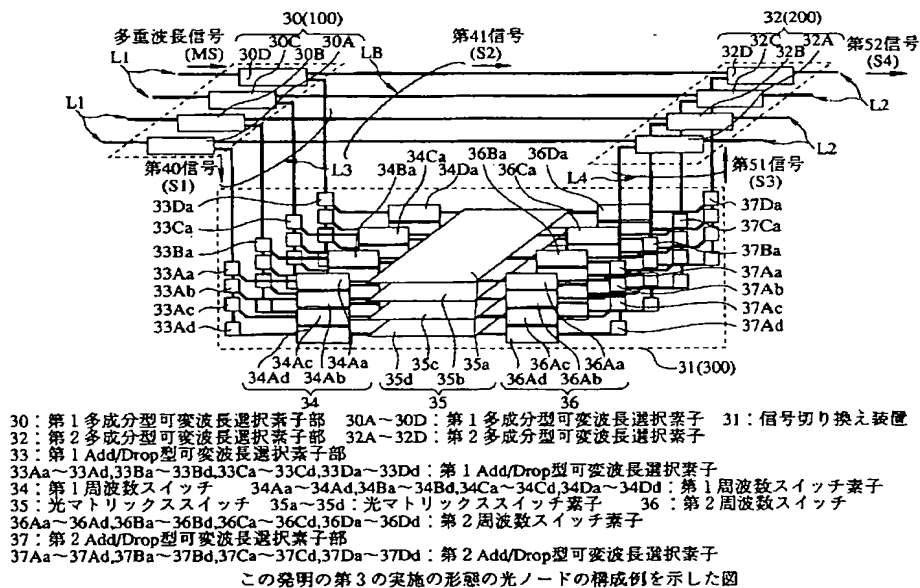
この発明の第1の実施の形態の光ノードの構成例を示した図

【図 3】



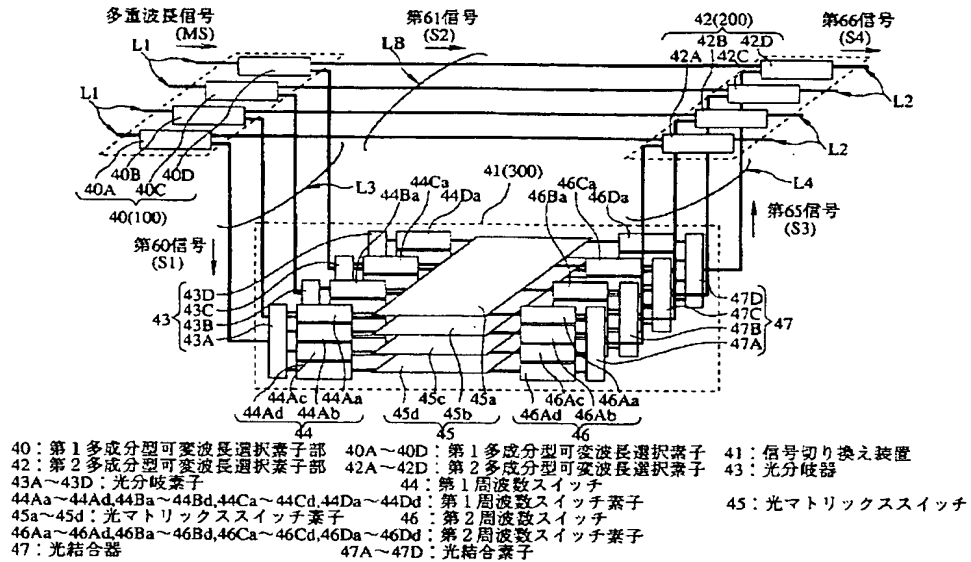
この発明の第2の実施の形態の光ノードの構成例を示した図

【図 4】



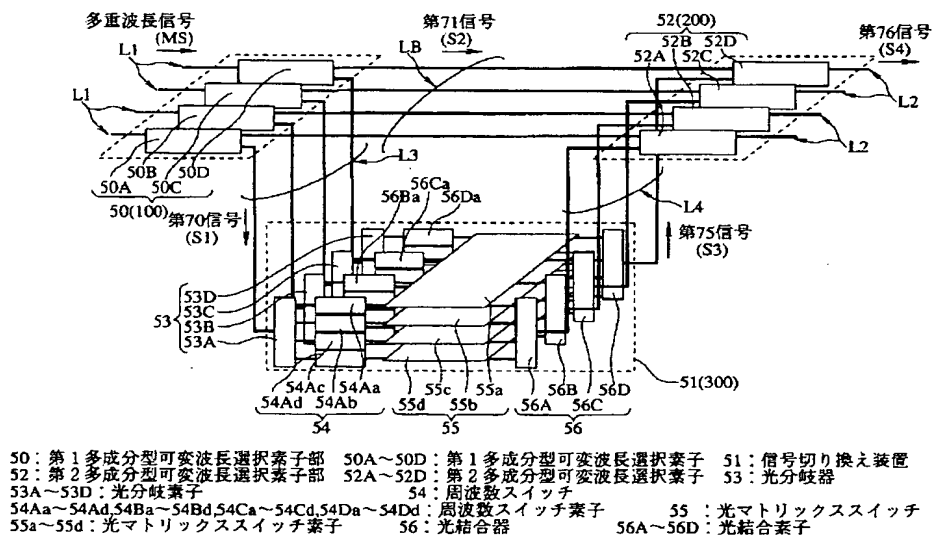
この発明の第3の実施の形態の光ノードの構成例を示した図

【図 5】



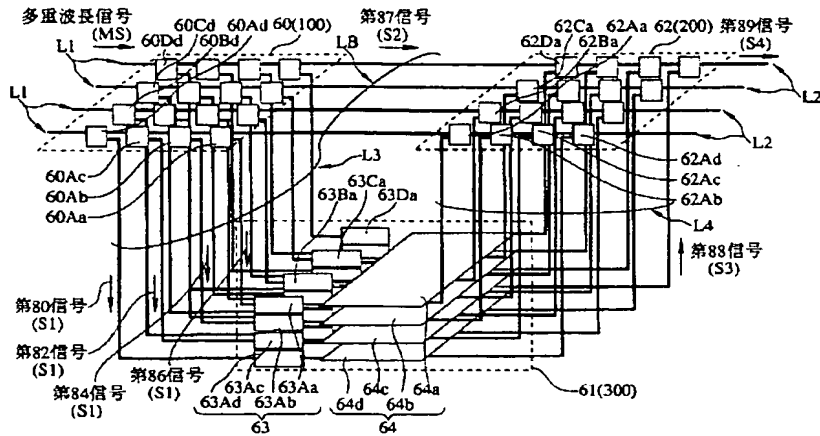
この発明の第4の実施の形態の光ノードの構成例を示した図

【図 6】



この発明の第5の実施の形態の光ノードの構成例を示した図

【 図 7 】



60: 第1Add/Drop型可変波長選択素子部
 60Aa~60Ad, 60Ba~60Bd, 60Ca~60Cd, 60Da~60Dd: 第1Add/Drop型可変波長選択素子
 61: 信号切り換え装置
 62: 第2Add/Drop型可変波長選択素子部
 62Aa~62Ad, 62Ba~62Bd, 62Ca~62Cd, 62Da~62Dd: 第2Add/Drop型可変波長選択素子
 63: 周波数スイッチ
 63Aa~63Ad, 63Ba~63Bd, 63Ca~63Cd, 63Da~63Dd: 周波数スイッチ素子
 64: 光マトリックススイッチ
 64a~64d: 光マトリックススイッチ素子

この発明の第6の実施の形態の光ノードの構成例を示した図

【 図 8 】

